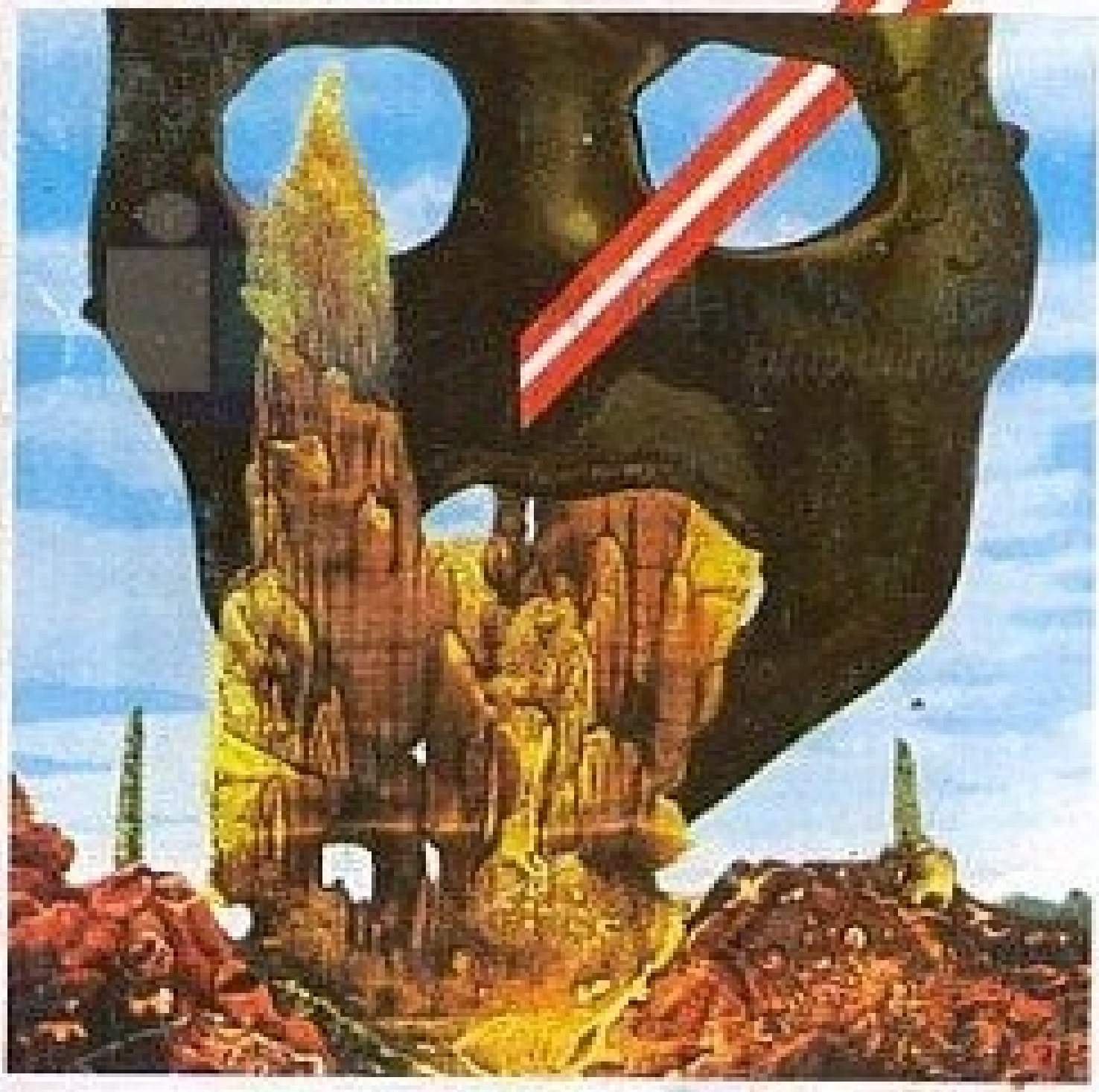
ISAAC ASIMOV

İNSANLIĞIN GELECEĞİ

Dünyamızı tehdit eden felaketler

cep kitapları



G İR İŞ

«Catastrophe-felaket» sözcüğü Yunancadan gelir; altüst etmek demektir. Bu sözcük, önceleri, çarpıcı bir sonu betimlemek için kullanıldı. Tabii, bu son acıklı olduğu kadar mutlu da olabilirdi.

Komedide sonuç mutlu biter. Bir sürü yanlış anlamadan ve üzüntüden sonra her şey altüst olur ve âşıklar ansızın barışıp birleşir. Demek ki, komedinin

«catastrophe»u kavuşma ya da evlenmedir. Trajedide sonuç üzücüdür. Bitip tükenmek bilmeyen boğuşmalardan sonra her şey altüst olur, olayın kahramanı kaderin ve koşulların kendisini yenilgiye uğratmış olduğunu görür. O halde trajedinin «catastrophe»u kahramanın ölümüdür.

Trajediler genellikle komedilerden daha çarpıcı olduğundan ve daha fazla anımsandığmdan «catastrophe» sözcüğü mutlu sonlardan çok trajik sonlar için kullanılmaktadır. Biz de bu kitapta «catastrophe»

sözcüğünü felaket anlamında kullanacağız.

Am a neyin sonu? Tabii ki bizim sonumuz, insan türünün sonu. Eğer insanlık tarihini trajik bir oyun olarak kabul edersek, insanlığın ölümü hem eski, hem de bugünkü anlamıyla bir felaket olacaktır. Am a insanlık tarihinin sona ermesine neden olacak şey nedir?

Birincisi; tüm evrenin özellikleri yaşanamayacak şekilde değişebilir. Evren ölümcül bir hal alırsa ve her bir noktası yaşanmaz bir duruma gelirse, artık insanlık da varlığını sürdüremez. Bu durumu «Birinci Grup Felaketler» olarak adlandırabiliriz.

Doğallıkla, ille de evrenin tümünün insanlığı sona erdirecek şekilde değişmesi gerekmez. Evren, şimdi olduğu kadar sakin kalabilir ama güneşte birtakım değişiklikler olabilir ve güneş sistemi yaşanamaz bir hale gelebilir. Bu durumda evrenin geri kalan kısmının sükunet içinde var olmaya devam etmesine kar

şın insan yaşamı sona erebilir. Buna «İkinci Grup Felaketler» diyeceğiz.

Elbette, güneşin, her zaman olduğu gibi ışımaya devam etmesine karşın, yeryüzü, yaşamı olanaksızlaştıracak bir değişim geçirebilir. Bu durumda güneş

sisteminin olağan dönüşünü sürdürmesine karşın insan yaşamı sona erebilir. Buna da «Üçüncü Grup Felaketler» diyeceğiz.

Ve Yeryüzü'nün ılık ve hoş bir yer olarak kalmasına karşın, diğer türler varlıklarını sürdürürken, insanoğlunu yok edecek bir şeyler olabilir. Bu durumda evrim devam eder ve Yeryüzü değişik bir yaşam yüküyle gelişimini sürdürür; ama biz olmadan, «Dördüncü Grup Felaketlerdir bunlar.

Bir adım daha ileri gidip insan yaşamının süreceğini ama uygarlığı tahrip edecek, teknolojiyi yolundan alıkoyacak ve insanlığı belirsiz bir süre için ilkel bir yaşama mahkum edecek bir şeyler olabileceğini söyleyebiliriz. Bu da «Beşinci Grup Felaketlerdir.

Ben bu kitapta birincisinden başlayarak bütün felaket türlerini sırayla ele alacağım. Betimlenen felaketler birinciden sonuncuya doğru daha az kozmik, ama daha ani ve tehlikeli olacaktır.

Karamsar bir tablo çizmeye gerek yok, çünkü ka-

çınılamayacak hiçbir felaket yoktur. Üstelik felaketlere cesurca bakar ve getirecekleri tehlikeleri tahmin edebilirsek, bunlardan kurtulma şansımız kesinlikle artacaktır.

B Ö L Ü M BİR

B İR İN C İ G R U P FELAK ETLER

1/YARGI GÜNÜ

Ragnarok

Tüm evrenin sona ereceği inancı (girişte sözünü ettiğim birinci grup felaket) eskilere dayanır ve ger

çekte Batı inancının önemli bir parçasıdır. Dünyanın sonunun özellikle çarpıcı bir tablosu İskandinavyalIlardan kaynaklanan mitolojilerde verilir.

İskandinav mitolojisi, Kuzey adamlarının yaşadı

ğ ı çetin kutup koşullarını yansıtır. İnsanların rolünün küçük olduğu bir dünyadır bu; oynanan dram, tanrılarla devler arasında süren çatışmada yatar. Görünüşe göre tanrılar bu çatışmada sürekli bir yenilgi içindedir.

Buz devleri (İskandinavya'nın uzun, zalim kışları) asla yenilmez ve tanrıların birleşik kalelerinin içinde bile Loki (kuzey iklimlerinde son derece temel önemi olan ateş tanrısı) ateşin kendisi kadar güvenilmezdir. V e sonunda, «tanrıların ölümcül kaderi» demek olan Ragnarok gelir. (Richard W agner bu terimi Götterdâmmerung ya da «tanrıların alacakaranlığı»

operasıyla meşhur etmiştir.)

Ragnarok, tanrıların ve düşmanlarının son sava

şıdır. Tanrıların ardından Valhalla kahramanlan ge

lir; bunlar Yeryüzü'ndeki savaşlarda ölmüş kişilerdir.

Tanrıların karşısında hain Loki'nin yönettiği zalim tabiatlı devler ve canavarlar vardır. Tanrılar teker te ker ölür; Loki'yle birlikte devler ve canavarlar da...

Savaş sırasında Yeryüzü ve evren yok olur. Güneş ve ay, yaratıldıkları günden beri kendilerini izleyen kurtlar tarafından yutulur. Yeryüzü alev alır, yanıp par

çalanır. Büyük savaşın nerdeyse önemsiz bir yan etkisi olarak yaşam ve insan soyu silinir.

Bunun dramatik bir son olması beklenir, ama durum böyle değildir.

Her nasılsa ikinci bir tanrı kuşağı kurtulmayı ba

şarır; yeni bir güneş ve ay ortaya çıkar; yeni bir Y e ryüzü doğar; yeni bir çift insan meydana gelir. Büyük yok oluş trajedisine beklenmedik mutlu bir son yüklenir. Bu nasıl olmuştur?

Ragnarok öyküsü, bugün elimizde bulunduğu şekliyle, İzlandalı tarihçi Snorri Sturluson (1179-1241) un yazılarından alınmıştır. Bu zamanda İzlanda Hıristiyanlaşmış ve tanrıların sonu öyküsü, görünüşe göre, Hıristiyanlıktan büyük ölçüde etkilenmiştir. Hıristiyanların İzlandalıların Ragnarok öyküsünü etkileyen, evrenin ölümü ve yeniden doğuşuna ilişkin öyküleri çok önceden beri vardı. Hıristiyanların öyküleri de Yahudilerin öykülerinden etkilenmiştir.

Mesih Beklentisi

İ.Ö. 580 yılında Davut'un Yahuda krallığı sırasında Yahudiler, Tann'mn ödülleri ve cezalan dağıtan ilahi bir yargıç olduğundan kesinlikle emindi. Ödüller ve cezalar bu çöl yaşamında dağıtılırdı. Am a bu güven yenilgiyi önleyemedi.

Yahuda Krallığının Nebukadnezar yönetimindeki Kaldealılarca yıkılmasından, Kudüs'teki tapınağın tahrip edilmesinden ve Yahudilerin çoğunun sürgün olarak Babil'e getirilmesinden sonra, sürgünler arasında krallığın yeniden kurulması ve başına Davut 10

hanedanından bir kralın getirilmesi arzusu oluştu. Bu arzular, açıkça ifade edildiğinde, Yahudi olmayan yeni yöneticilere karşı hıyanet sayıldığından, kraldan üstü kapalı şekilde bahsedilir oldu. «Mesih»ten söz edildi, yani meshedilmiş (sıvanmış) kişiden, çünkü kral göreve başlarken dinsel tören gereği yağla sıvanmıştı.

Kralın dönüşü tablosu altın bir çağ olarak ülküselleştirildi ve erdemin ödülleri, bugünden altın bir geleceğe kaydırıldı.

Bu altın çağı betimleyen bazı dizeler İşaya'nın kitabından yer almıştır; bunlar İ.Ö. 740 yıllarında vaaz etmiş bir peygambere ilişkindir. Dizelerin kendisi bir olasılıkla daha önceki bir dönemden kalmadır. Elbette altın çağı ileri sürebilmek için halk arasında doğruluğun güç kazanması,

kötülük yapanlarınsa

güçsüzleştirilmesi, hattâ yok edilmesi gerekiyordu.

«V e O (Tanrı) milletler arasında hakemlik edecek ve pek çok kişiyi azarlayacak, ve onların (milletlerin) kılıcı saban demirine, kargıları budama bıçaklarına dönüşecek. M illetler birbirlerine kılıç kaldırmayacak ve onlar artık savaşı bilmeyecekler» (İşaya 2:4).

«...O (Tann) hakkaniyetle zavallıları yargılayacak ve yeryüzünün selameti için onlan azarlayacak.

Ve O ağzındaki değnekle yeryüzüne vuracak ve dudaklarındaki solukla kötüleri katledecek» (İşaya 11:4).

Zaman geçti, Yahudiler sürgünden döndüler ama bu onlara huzur getirmedi. Yahudi olmayan komşuları onlara düşmanca davranıyordu ve o zamanlar topraklan yöneten Perslerin ezici gücü karşısında çaresizdiler. Bu durumda, Yahudi peygamberleri, yakla

şan altın çağ hakkında daha fazla şey yazıp çizmeye başladılar; özellikle düşmanlarını bekleyen kıyamet günü üzerine...

İ.Ö. 400 yılında yazan peygamber Joel şöyle d iyordu : «O güne heyhat! Tann'nın günü yakın ve o gün bütün gazabıyla çökecek» (Joel 1:15) Çizilen tab

i i

lo, Tann’mn bütün dünyayı yargılayacağı belli bir zamanın geleceğine ilişk in d ir: «Yine bütün milletleri toplayacağım, onları Jehoshaphat vadisine getirece

ğim ve orada onlara karşı halkımı ve İsrail mirasını savunacağım...» (Joel 3:2). Bu, «Y argı Günü»nün edebi bir şekilde ilk ifadesiydi. Bir zaman gelecek Tanrı dünyanın halihazırdaki düzenini sona erdirecekti.

Bu fik ir İ.Ö. ikinci yüzyılda daha güçlü ve daha aşırı bir hal aldı. Bu zamanda. Büyük İskender’den sonra Pers dominyonunu ellerine geçiren Yunanlı yönetici sınıfı oluşturan Silifkeliler, M useviliği bastırmaya çalışıyorlardı. Yahudiler, Makabelilerin başkanlığında isyan etti ve Daniel’in kitabı isyanı desteklemek ve parlak bir gelecek vaad etmek için yazıldı.

Kitap bazı bakımlardan eski inanışlardaki bir peygambere, Daniel’e (Danyel) dikkatleri çeki. Daniel apokaliptik (mahşerî) görünümlerin betimlemelerini yapıyordu.!1) Tanrı kötüleri cezalandırmak için görünmeye başlamıştı:

«Geceleyin gökten bulutlarla gelen adamın Oğluna benzeyen birini gördüm ve (onlar) onu, onun önüne getirdiler. Ona hükümdarlık, ihtişam ve bir krallık v e rild i: Bütün halklar, milletler ve diller ona hizmet etmelidir. Onun hükümdarlığı sonsuza dek sürecek bir hükümdarlıktır ve krallığı hiçbir zaman yıkılamayacaktır» (Dan. 7-13-14).

Bu, «adamın Oğlu gibi biri» sözüyle insan biçiminde biri kastedilmektir. Böylece Yahuda’nın hayvan biçiminde betimlenen düşmanlarına karşı bir

tezat oluşturulmaktadır. İnsan şekli soyut olarak Yahuda'yı, özel olarak da Mesih'i temsil etmektedir.

Makabe isyanı başarılı oldu ve Yahuda krallığı yeniden kuruldu, ama bu da altın çağı getirmedi. Bununla birlikte, peygamber yazıları, sonraki birkaç

(1) «Apokaliptik» Yunanca «açıklayıcı» demektir, böylece apokaliptik olan her şey normal halde insan gözünden saklanmış olan bir geleceği açıklar, gözler önüne serer.

yüzyıl için bu beklentiyi Yahudiler arasında canlı tuttu. Yargı Günü her an gelecek şekilde kaldı; Mesih hep yakındaydı; doğruluğun krallığı daima kurulmak üzereydi.

Romalılar yönetimi Makabelilerden aldılar ve İmparator Tiberius'un hükümdarlığı sırasında Yahuda'

da Vaftizci John adında popüler bir vaazcı bulunuyordu. Mesajının ağırlığı şöyleydi: «Pişmanlık duyun, çünkü göklerin krallığı yakındır» (Matt. 3:2) Böylesi keskinleşmiş evrensel bir beklentiyle, Mesih olduğunu iddia eden herkes peşinde birtakım izleyiciler buldu. Nazaretli Jesus (İsa) bu iddiada bulunanlar arasındaydı ve kendisini birkaç mütevazi Yahudalı izliyordu. Bunlar Jesus'un çarmıha gerilmesinden sonra da bağlılıklarını sürdürdüler. Jesus'un Mesih olduğuna inananlar «Mesihçiler» olarak adlandırılabilir.

Ancak putperestler dine kazandırıldıkça Jesus'u izleyenlerin dili giderek Yunanca oldu. Mesih'in Yunancası «Christos» olduğundan, Jesus'un izleyicilerine «Christian - Hıristiyan» adı verildi.

Putperestleri dine döndürme başarısı başlangıçta Tarsuslu Paul'ün (Havari Paul) çabalarıyla gerçekleşti ve onunla birlikte başlayarak Hıristiyanlık giderek büyüdü, önce Roma'yı, sonra Avrupa'yı daha sonra da dünyanın büyük bir bölümünü içine aldı.

İlk Hıristiyanlar Mesih Jesus'un gelmesiyle Yargı Günü'nün yakın olduğuna inanıyorlardı, Jesus ise dünyanın sonunun yakın olduğu yolunda betimlemelerde bulunuyordu:

«Am a bu büyük sıkıntıdan sonraki günlerde güneş kararacak, ay ışığını vermeyecek, gökyüzündeki yıldızlar dökülecek ve göklerdeki güç sarsılacak. O

zaman onlar insanoğlunun göklerden bulutlarla birlikte büyük bir güç ve görkemle geldiğini görecekler...

Doğrusu, size söylüyorum, bütün bu işler yapılana dek bu kuşak kurtulamayacak. Gök ve yeryüzü yok olacak... Am a bu günü ve bu saati Baha'dan başka 13

hiç kimse bilmez; melekler ve Oğul bile» (Mark 13:24-27, 30-32).

İ.S. 50 yıllarında, İsa'nın ölümünden 20 yıl sonra, Havari Paul Yargı Günü'nün çok yakın olduğuna hâlâ inanıyordu:

«Size Tanrı'nın sözüyle söylüyorum ki, T an n 'nın gelmesini bekleyen bizler uyuyanları koruyamayaca

ğız. Çünkü Tann kendisi başmeleğin sesiyle bağırarak gökten inecek ve önce İsa dirilecek. Sonra biz canlılar ve ölümlüler onlarla birlikte bulutlara yakalanacağız, Tanrı'yı havada karşılamak için ve böylece daima Tan n 'yla birlikte olacağız. Bundan dolayı bu sözlerle birbirinizi rahatlatınız. Am a kardeşlerim, zamanlar ve mevsimler üzerine sîzlere yazmama gerek yok. Sizler kendiniz çok iyi biliyorsunuz ki Tann 'nın günü geceleyin süzülen bir hırsız gibi gelecek»

(1 Thess. 4:15, 5:2).

Paul de, İsa gibi Yargı Günü'nün yakın olduğunu belirtiyor ama kesin bir tarih vermemek konusunda dikkatli davranıyordu. Ve bütün bunlar olurken Y a rgı Günü gelmedi, kötüler cezalandırılmadı, ülküsel kırallık kurulmadı ve İsa'nın Mesih olduğuna inananlar Mesih'in ikinci kez dünyaya geleceğini kabullenmeye razı oldular. Sonra bütün bu söylenenlerin bir gün gerçekleşeceğine inanıldı.

Roma'da Neron zamanında ve ondan sonra da İmparator Domitian zamanında daha geniş bir biçimde Hıristiyanlara zulmedildi. Silifkeliler zamanındaki zulmün Eski Ahit zamanındaki Daniel'in kitabını ortaya çıkarması gibi, Domitian zamanında yapılan zulüm de Yeni Ahitteki apokaliptik vaatlerle dolu V a hiyler Kitabını ortaya çıkardı. Vahiyler Kitabı bir olasılıkla Domitian'ın hükümdarlığı sırasında, İ.S. 95'de yazıldı.

Son derece şaşırtıcı ayrıntılarla Yargı Günü canlandırıldı. Ayrıntılarının açık seçik olmamasına kar

şın, kötülük güçleriyle iyilik güçlerinin son bir savaş yapacakları Mahşer meydanından söz edildi. (Rev.

14

10:14:16) Am a sonunda şöyle deniyordu: «Yeni bir gök ve yeni bir yeryüzü gördüm, çünkü başlangıçtaki gök ve yeryüzü yok olmuştu» (Rev. 21:1).

Öyleyse şurası gayet olasıdır ki, İskandinav mitolojisi Ragnorak başlangıçta nasıl olmuşsa, bize kalmış olan şekliyle yemden doğuş konusunda Vahiyler Kitabındaki Mahşer savaşına bir şeyler borçludur. Vahiyler de, Daniel'in kitabına çok şey borçludur.

Milleniiiarizm (B inyilcılık) Vahiy kitabı yeni bir şey g e tird i: «Ve gökten, dipsiz kuyunun anahtarıyla elinde büyük bir zincir taşıyan bir meleğin geldiğini gördüm. Melek, ejderi, o eski yılanı, yani kötülüğü, yani Şeytanı yakaladı ve onu bin yıl boyunca bağladı ve onu dipsiz kuyuya atıp üzerini kapattı, öyle ki, bin yıl tamamlanıncaya kadar artık o milletleri aldatamayacaktı ve bin yıldan sonra uygun bir zamanda bağlan biraz gevşeti-lecekti» (Rev. 20:1-3).

Neden kötülük bin yıl ya da «millennium» boyunca hareketsiz bırakıldıktan sonra uygun bir zamanda salıverilecektir, pek anlaşılır gibi değil, ama bu dü

şünce hiç değilse Yargı Gününün yakın olduğunu dü

şünenlerin üstündeki baskıyı

biraz rahatlatıyordu.

Mesih'in gelmiş olduğu ve kötülüğün bağlı olduğu her zaman için söylenebilir, böylece Hıristiyanlığa güç verilebilirdi, ama gerçek son savaş ve gerçek son, bin yıl sonra gelecekti. (')

Bin yılın İsa'nın doğumuyla başladığını düşünmek akla yakın görünüyordu. Onun için 1000 yılında bir 1

(1) Gerçekte, Şeytan'ın bin yıl boyunca bağlı olmasından dolayı «millenium» terimi gelecekteki ideal adalet ve mutluluğu belirtmek, çoğu zaman da, alaycı olarak, hiçbir zaman gerçekleşmeyecek şeyler için kullanılmıştır.

telaş oldu, ama hiçbir şey meydana gelmeden geçip gitti, dünyaya da bir şey olmadı.

Daniel ve Vahiy Kitabı'nın sözleri anlaşılmaz ve karanlıktı ama inanma arzusu çok güçlüydü. O yüzden insanlar bu kitapları tekrar tekrar okudu, bulanık tahminlerde bulundu ve Yargı Günü için yeni tarihlerle ortaya çıktılar. Isaac Newton ve John Napier gibi büyük bilim adamları bile bu oyunu oynadı.

Bu çok önemli bin yılın ne zaman başlayıp ne zaman bittiğini hesaplamaya çalışanlara kimi zaman

«millennialist» adı verildi. İşin tuhafı, sürekli düş kırıklığına uğramasına karşın binyılcılık bugün her zamankinden güçlüdür.

Şimdiki akım 1812 savaşında dövüşen bir subay olan W illiam M illerle (1782-1849) başladı. Önceleri skeptik (kuşkucu) olan bu adam savaştan sonra yeniden doğmuş bir Hıristiyan diyebileceğimiz biri olup çıktı. Miller, Daniel ve Vahiy Kitabını inceledi ve ikinci Geliş'in 21 Mart 1844'de gerçekleşeceğine karar verdi. Görüşünü birtakım hesaplamalarla destekledi ve dünyanın Vahiy Kitabında açıkça betimlenen olaylardan sonra ateş alarak sona ereceğini ileri sürdü.

100.000 kadar izleyici edindi ve bunların çoğu, kararlaştırılan günde dünyasal mallarım satmış olarak İsa'yı karşılamak üzere

yamaçlarda toplandılar. O

gün olaysız olarak geçti. Bunun üzerine M iller meseleyi yeniden inceledi ve yeni tarihi 22 Ekim 1844 olarak hesapladı. Ama bu gün de olaysız olarak

geçti.

M iller 1849’da öldüğü zaman yaşam hâlâ sürüyordu.

Bununla birlikte izleyicileri cesaretlerini yitirmediler. İncil’in apokaliptik kitapları üzerine yaptıkları yorumlamalara göre M iller’in hesapları henüz sıradan dünyaya görünmeyen göksel bir sürecin başlangıcıydı. Beklenecek bir başka bin yıl vardı ve İsa’nın gerçek İkinci Gelişi (Advent) bir kez daha geleceğe ertelendi ama daha önce olduğu gibi çok uzak bir geleceğe değil.

Böylece Adventist hareket kuruldu ve bu hare

ket pek çok mezhebe bölündü. Bunlar arasında Eski A h it’i yeniden inceleyip cumartesi günkü (yedinci gün) Şabbat’ı dikkate alan Yedinci Gün Adventistle-ri vardı.

Adventdst görüşleri benimseyen bir kişi de Charles Taze Russell’dı (1852-1916), 1879’da Yehova Şahitleri adında bir örgüt kurdu. Russell İkinci Gelişin an meselesi olduğunu umuyordu ve bunun için birkaç tarih ileri sürdü, ama hepsi boşa çıktı. I. Dünya Savaşı sırasında öldü; bu savaş ona Vahiy’de betimlenen son savaşların bir başlangıcı olarak görünüyor olmalıydı ama İkinci Geliş (Advent) yine görünmedi.

Bununla birlikte hareket Joseph Franklin Rut-herford (1869-1942) başkanlığında gelişmeye devam etti. «Şimdi yaşayan milyonlar asla ölmeyecek,» sloganıyla İkinci Gelişi beklemeye başladı. Kendisi II.

Dünya Savaşı sırasında öldü ki, bu da ona Vahiy'de betimlenen son savaşların bir başlangıcı olarak görünmüş olmalı. Am a İkinci Geliş yine gerçekleşmedi.

Am a hareket sürmektedir ve bugün dünyada bir milyondan fazla üyesi vardır.

2/ENTROPİNİN ARTMASI

Sakınım Yasaları

Efsane dünyasından bu kadar söz etmek yeter.

Evrene mitolojik bakışın yanısıra gözleme ve deneye dayanan bir de bilimsel bakış şekli vardır.

Bu bilimsel evreni ele aldığımızı varsayalım. (K itabın geri kalan kısmında böyle yapacağız.) Bilimsel insanlığın geleceği

17/2

evren de mitolojik evren gibi bir sona mahkum edilmiş midir? Eğer öyleyse, nasıl, niçin ve ne zaman?

Yunan düşünürlerinin hissettiğine göre Yeryüzü değişikliğin, bozulmanın ve ölümün yuvasıydı. Gök cisimleri ise değişmez, bozulmaz ve sonsuzdu, Orta çağ Hıristiyanlan güneşin, ayın ve yıldızların da Yargı Günü tahrip olacağına inanıyordu, ama o güne dek, sonsuz olmasalar da, bunlar değişmez ve bozulmazdı.

Bu görüşler PolonyalI gökbilimci Nicolas Copernicus'un (1473-1543) 1543'de yayınlanan kitabıyla de

ğişmeye başladı. Bu kitapta Yeryüzü evrenin merkezindeki eşsiz konumundan alınıyor ve güneşin etrafında dönen diğer gezegenlerden biri olarak görülüyordu. Şimdi merkezi konumda bulunan güneşti.

Doğallıkla Copernicus'un görüşleri hemen benimsenmedi. Gerçekte bu görüşe altmış yıl boyunca şiddetle karşı çıkıldı. İtalyan bilimcisi G alileo'nun (1564-1642) gökyüzünü 1609'da incelemek için kullandığı teleskopun ortaya çıkışıyla, direnişçiler bilimsel saygınlıklarını yitirip inatçı bir gericiliğe düştüler.

Galileo, örneğin, Jüpiter'in etrafında dönen dört uydusunu saptadı ve böylece her şeyin dünyanın etrafında dönmediğini kanıtladı. Copemicus'un tahmin ettiği gibi, Venüs'ün ay gibi evreler gösterdiğini buldu; daha önceki görüşler bunun tersini söylüyordu.

Galileo, teleskopu aracılığıyla, ayın kraterlerle, dağlarla ve deniz olduğunu sandığı şeylerle kaplı olduğunu da gördü ve ayın (dolayısıyla diğer gezegenlerin) Yeryüzü gibi bir dünya olduğunu kanıtladı.

Böylece onlar da aynı değişim yasalarına bağlıydı ve bozulup yok olabilirdi. Güneşin yüzeyindeki karanlık lekeleri tespit etti. Tanrı yetkinliğine en yakın bulunan bu yüce varlık bile gerçekte öyle değildi.

Öyleyse sonsuzluğun araştırılmasında, hiç değilse sonsuzluğun gözlemlenen ve böylece bilim evrenine ait olan görünüşünde, insanlar çok daha soyut düzeyde bir deneyime varmak zorundaydı. Eğer nes-18

neler sonsuz değilse, belki onlar arasındaki ilişkiler sonsuzdu.

örneğin, 1068'de İngiliz matematikçisi John Wal-lis (1616-1703) çarpışan cisimlerin davranışlarını araştırdı ve çarpışma süreci sırasında hareketin bazı yönlerinin değişmediği düşüncesiyle ortaya çıktı.

Bu, şöyle olmaktadır. Hareket eden her cisim «mo.

mentum» adı verilen bir özelliğe sahiptir. Momentum, Latince hareket demektir. Bir cismin momentumu, bu cismin kütlesiyle (kabaca cismin içerdiği madde miktarı olarak tanımlanabilir) hızının çarpımına eşittir.

Hareket belli bir yöndeyse bu yöndeki momentuma artı işareti, ters yöndeyse eksi işareti verilebilir.

Eğer iki cisim kafa kafaya birbirlerine yaklaşıyorlarsa, ortada artı momentumla eksi momentumun farkı kadar bir toplam momentum vardır. İki cisim birbiriyle çarpışıp ayrıldıktan sonra, momentumun iki cisim arasındaki dağılımı değişecektir, ama toplam momentum öncekinin aynı kalacaktır. Eğer iki cisim çarpışma sonucu birbirlerine yapışırsa, meydana gelen yeni cismin kütlesi ve hızı tek tek cisimlerin kütlesinden ve hızından farklıdır ama toplam momentum aynı kalır. Cisimler kafa kafaya çarpışma yerine belli bir açıyla çarpışsa ve sonunda değişik yönlerde hareket etse bile toplam momentum değişmez.

W allis'in ve ondan sonrakilerin yaptığı deneyler göstermiştir ki herhangi bir «kapalı sistemde» (dı

şardan momentumun girmediği ve dışarıya momentumun aktarılmadığı bir sistem) toplam momentum daima sabittir. Momentumun hareket eden cisimler arasındaki dağılımı sonsuz şekilde değişebilir ama toplam aynı kalır. Dolayısıyla momentum «korunur», ya da «sakınılır» yani ne kazanılır ne de yitirilir ve bu ilke «momentumun sakinimi yasası» olarak adlandırılır.

Evrenin tümü gerçek bir kapalı sistem olduğundan, momentumun sakinimi yasasının en genel söylenişi «evrenin toplam momentumu sabittir» şeklin

dedir. Gerçekten de, geçmişte ne gibi değişiklikler olmuş olursa olsun, ya da gelecek ne getirirse getirsin, toplam momentum değişmez.

Bundan nasıl emin olabiliriz? Bilim adamlarının birkaç yüzyıldan beri laboratuvar koşulları altında yaptığı birkaç gözlemden yola çıkarak, momentumun bir milyon yıl sonra korunacağını, ya da bir milyon yıl önce korunmuş olduğunu nasıl söyleyebiliriz? M omentumun bir milyon ışık yılı uzaktaki bir başka galakside ya da güneşin merkezi gibi bize yabancı ko

şullarda korunabileceğini nasıl söyleyebiliriz?

Söyleyemeyiz. Bütün söyleyebileceğimiz, hiçbir zaman, hiçbir koşul altında, yasaya aykırı bir durum gözlenmediğidir. Yasanın çiğnenebileceğini gösteren bir şey saptamış da değiliz. Dahası, yasanın doğru o lduğu varsayımına dayanarak çıkardığımız sonuçlar mantıklı görünmekte ve gözleme uymaktadır. Bundan dolayı bilim adamları, tersi bir kanıta her zaman açık olarak, momentumun korunumunun bir «doğa yasası» olduğunu ve bütün koşullar altında, her zaman ve evrenin her köşesinde doğru olduğunu varsaymakta kendilerini haklı hissetmiştir.

Momentumun sakinimi, bilim adamlarınca çıkarılmış bir dizi sakınım yasasının yalnızca birincisiydi.

Örneğin «açısal momentum»dan söz edebiliriz. Bu, bir eksen ya da bir başka cisim etrafında dönen cisimlerin bir özelliğidir. Her iki durumda da açısal momentum, dönen cismin kütlesinden, dönme hızından ve dönme ekseninden (ya da merkezinden) olan ortalama uzaklığa göre hesaplanır. Görüldüğü kadarıyla, açısal momentumun sakinimi yasası bulunmaktadır.

Evrenin toplam açısal raomentumu her zaman sabittir.

Dahası, momentumun bu iki türü birbirinden ba

ğımsızdır ve birbirinin yerine geçmez. Açısal momentumu alelade momenturna (buna bazen ötekinden ayırt etmek için «Hneer./doğrusal momentum da de

nir) dönüştüremezsiniz; aynı şekilde, doğnısal raomentumu da açısal momentuma...

1774'de Fransız kimyacısı Antoine-Laürent Lavoi-sier (1743-94) tarafından yapılan bir dizi deney maddenin korunduğunu gösterdi. Kapalı bir sistem içinde, bazı cisimler kütle kaybederken bazı cisimler kütle kazanabiliyordu ama sistemin toplam kütlesi sabit kalıyordu.

Zamanla, bilim dünyası «enerji» kavramını geliştirdi. Bu, bir cismin iş yapabilme özelliğidir. (Enerji sözcüğü Yunanca «iş içeren» anlamı taşıyan bir terimden gelmedir.) Sözcüğü çağdaş anlamıyla ilk kez 1807de İngiliz fizikçisi Thomas Young (1773-1829) kullanmıştır. Değişik pek çok olgu iş yapabilme yetene

ğine sahipti: Isı, hareket, ışık, ses, elektrik, manyetizma, kimyasal değişiklikler; bunların hepsinin enerjinin değişik biçimleri olduğu düşünüldü.

Bir tür enerjinin başka bir tür enerjiye dönüştürülebileceği düşüncesi gelişti. Bazı cisimler şu ya da bu şekilde enerji kaybederken, başka cisimler şu ya da bu biçimde enerji kazanabiliyorlardı, ama kapalı bir sistemde toplam enerji sabitti. Doğallıkla bunu ilk düşünen kişi Alman fizikçisi Hermann L. F. von Helmholtz (1821-94) değildi, ama 1847de bilim dünyasını bunun böyle olduğuna ikna etmeyi o başardı.

Bu yüzden Helmholtz enerjinin sakinimi yasasını bulan kişi olarak düşünülür.

1905de Alman fizikçisi Albert Einstein (1879-1955) inandırıcı bir şekilde maddenin enerjinin bir türü olduğunu ileri sürdü. Belli bir miktar madde belli bir miktar enerjiye dönüştürülebilirdi.

Bu nedenle günümüzde maddenin sakinimi yasası ayrı bir yasa olarak kabul edilmekten çıkmış ve yalnızca enerjinin sakinimi yasasından söz edilir olmuştur. Bu yasaya göre madde enerjinin bir türüdür.

Atomun yapısı 1911de İngiliz fizikçisi Ernest Rut-herford

(1871-1937) tarafından belirlendiği zaman (sub-atomic) alt atomik parçacıklar bulundu. Bu par

çacıklar yalnızca momentumun, açısal momentumun ve enerjinin sakinimi yasalarına uymakla kalmıyor, ama aynı zamanda elektrik yükü sakinimi, baryon sayısı, izotopik spin (dönme) gibi yasalara ve başka birtakım kurallara da bağlı kalıyordu.

Aslında, çeşitli sakınım yasaları, evrenin şu ya da bu köşesinde oynanan oyunun temel kurallarıdır ve bütün bu yasalar, bildiğimiz kadarıyla genel ve sonsuzdur. Eğer bir sakınım yasasının geçersiz oldu

ğu ortaya çıkarsa, bu durumda bu yasa daha genel bir yasanın parçası demektir. Nitekim, maddenin sakinimi yasasının geçersiz olduğu anlaşıldığı zaman, bunun daha genel olan enerjinin salanımı yasasına dahil olduğu görülmüştür.

Şimdi, evrenin görünürde başlangıcı ve sonu o lmayan, sonsuz bir yanını bulmuş oluyoruz. Evrenin şimdi sahip olduğu enerji her zaman aynı miktarda kalacaktır-, bu miktar geçmişte de bu kadardı. Mo.

mentum, açısal momentum, elektrik yükü ve d iğerleri için de aynı şeyi söyleyebiliriz. Evrenin şu ya da bu köşesinde bu özelliklerin kazanılması ya da kaybedilmesiyle bölgesel değişiklikler olacaktır, ama toplam, eskiden ve şimdi olduğu gibi sabit kalacaktır.

Enerji Akışı

Şimdi mitoloji evreniyle bilimsel evren arasında bir benzerlik kurabiliriz.

Mitolojik evrende bildiğimiz canlıların değişen dünyası karşısında sonsuz bir göksel krallık vardır.

Sona ereceğini düşündüğümüz dünya bu değişen dünyadır. Yalnızca bu dünya için «son» ya da «başlangıç» sözcüklerinin bir anlamı vardır. Bu dünya de

ğişmekte olmakla kalmaz, aynı zamanda geçicidir.

Bilimsel evrendeyse, oyununu sakınım yasalarına göre oynayan, değişken bir dünya karşısında sonsuz ve değişmez olan sakınım özellikleri vardır. Yal-

nızca bu değişken dünya için «son» ya da «başlan, gıç» sözcüklerinin bir anlamı vardır. Bu dünya de

ğişmekte olmakla 'kalmaz, aynı zamanda geçicidir.

Am a neden bilimsel evrenin değişken ve geçici bir yönü bulunmalıdır? Neden evrenin bütün bile

şenleri bir araya gelip belli bir momentuma, açısal momentuma, elektrik yüküne, enerjiye ve diğer özelliklere sahip devasa bir kütle oluşturmaz?

Neden evren sürekli olarak birbirine sakınım özellikleri aktaran her boyutta sayısız cisimlerden meydana gelmiştir? (')

Görünüşe göre bütün bu değişikliklerin ardında yatan itici güç enerjidir. Öyle ki, enerji bir bakıma evrenin sahip olduğu en önemli özelliktir ve enerjinin sakinimi yasası kimilerince doğa yasalarının en temeli olarak düşünülür.

Enerji, işe kendisi katılarak, evrendeki bütün de

ğişiklikleri meydana getirir. Enerji bir yerden bir başka yere, bir cisimden bir başka cisme akar ve bunu yaparken de arasıra biçim değiştirir. Öyleyse enerjiyi bu şekilde harekete geçiren şeyin ne oldu

ğunu sormamız gerekiyor.

Görünüşe göre bunun nedeni, enerjinin evrende düzgün bir şekilde dağılmamış olmasıdır; bazı yerlerde daha yoğun, bazı yerlerde ise daha az yoğun olarak toplanmıştır. Bir yerden bir başka yere, bir cisimden bir başka cisme, bir türden bir başka türe enerji akışı o şekildedir ki, eğilim enerji dağılımının evrenin her yerinde aynı olması yönündedir.!1

2). İş

yapmakta kullanılan, gördüğümüz değişikliklere neden olan şey, enerjinin bu farklı dağılımdan düzgün dağılıma doğru akışıdır.

(1) Elbette bu duruma itiraz edemeyiz, çünkü evrende canlı ya da cansız bütün etkinlikleri meydana getiren, ya

şama olanak veren bu korunan özelliklerin sürekli aktarımıdır.

(2) Doğal ki o zaman ilk olarak enerjinin neden düzgün bir şekilde dağılmadığını sormak gerekir. Bu sorunu daha sonra ele alacağız.

Dahası, bu akış kendiliğinden meydana gelmektedir. Enerji akışını sağlamak için hiçbir dürtüye gerek yoktur. O, kendiliğinden oluşur.

Basit bir örnek vereyim. Eşit boyutlarda iki büyük kap düşünün. Bunlar yatay bir boruyla tabanlarından birbirlerine bağlanmıştır. Boru kapalı oldu

ğundan kaplar arasında herhangi bir alışveriş yoktur. Kaplardan birini ağzına kadar suyla doldurabilirsiniz. ötekine de çok az bir miktarda su koyarsınız. Ağzına kadar dolu olan kaptaki su yüksekliği hemen hemen boş olandan çok fazladır. Suyu yerçekimine karşı hareket ettirmek enerji gerektireceğinden dolu kaptaki su boş kaptaki suya göre daha yüksek bir enerji düzeyine sahiptir. Tarihten kaynaklanan nedenlerle, dolu kaptaki suyun daha fazla «potansiyel enerji»ye sahip olduğunu söyleyeceğiz.

Şimdi iki kabı bağlayan borunun açıldığını varsayalım. Su derhal yüksek potansiyel enerjiden, dü

şük potansiyel enerjiye akacaktır. Su kendiliğinden dolu kaptan boş kaba dolacaktır.

Eminim, en küçük bir yaşam deneyimi olan bir beynin bile bunun kendiliğinden ve kaçınılmaz bir olay olduğundan kuşkusu yoktur. Eğer boru açıldığı halde su dolu kaptan boş kaba akmazsa, borunun tıkalı olduğuna karar veririz. Eğer su az dolu kaptan çok dolu olanına a'ksaydı, suyun pompalandığını dü

şünecektik.

Eğer boru kesinlikle açıksa ve herhangi bir pompalama olayı da yoksa ve su hâlâ dolu kaptan boş

kaba akmıyorsa, hattâ daha da kötüsü ters yöne akıyorsa, o zaman mucizevi bir olayla karşı karşıya ol duğumuzu düşünecektik. (Söylemeye bile gerek yok, bilimsel yazılarda böyle bir mucizeye rastlanmamıştır.) t1) Gerçekte suyun böyle kendiliğinden akışı öyle

(1) On Emir filminde Kızıl Deniz'in yarılması böyle bir mucizedir. Doğallıkla, bu bir fotoğraf hilesidir.

sine kesindir ki biz bunu bir zaman ölçüsü olarak kullanırız.

Örneğin, birisinin kaplarda geçen olayları filme aldığını ve sonuçlan izlediğimizi varsayalım. Aradaki boru açıldı ama su hâlâ akmıyor.

Hemencecik film makarasının dönmediği ve hareketsiz bir resim izlediğim iz sonucuna vannz. Bir başka deyişle, filmin dünyasında zaman durmuştur..

Şimdi, suyun hemen hemen boş olan kaptan dolu olanına aktığını gördüğümüzü varsayalım. Bu durumda film in tersine oynadığından emin olacaktık.

Filmin dünyasında zamanın akış yönü gerçek ya-

şamdakinin tersine olacaktı. (Gerçekte, film i tersine oynatmanın mizahi bir yanı vardır, çünkü bu şekilde gerçek yaşamda meydana gelemeyeceğini bildiğimiz pek çok tuhaf olay meydana gelir. Sıçrayan su içeri doğru hareket eder, suya atlayan kişi önce ayakları görünerek dışan çıkar ve tramplenin üzerine konar.

Kırılmış bir cam eşyanın parçaları yeniden toparlanarak eşyayı eski, mükemmel haline getirir. Rüzgarın uçurduğu saçlar düzgün bir şekilde yatışır. Bunlardan herhangi birini izlememiz gerçek yaşamda hangi olayların kendiliğinden meydana geldiğini anlamamıza yardımcı olur. Tersine meydana gelen olaylar gerçekten olsaydı açıkça mucize sayılacaktı.) Su kaplarına dönersek, suyun dolu kaptan hemen hemen boş olanına akma hızının enerji dağılımına bağlı olduğunu göstermek kolaydır. Başlangıçta, dolu kaptaki suyun potansiyel enerjisi, içinde az su bulunan kaba göre, oldukça fazladır, dolayısıyla su çabuk akar.

Su düzeyi dolu kapta azalıp boş kapta arttıkça iki kap arasındaki potansiyel farla düzenli bir şekilde azalır, yani, enerji dağılımı daha az farklı bir hale gelir ve su daha yavaş akmaya başlar. Kaplardaki su düzeyi eşitlendiği zaman potansiyel enerji farkı kalmaz ve su akışı durur.

Kısacası, kendiliğinden değişim, farklı enerji da

ğılımından eşit enerji dağılımına doğrudur ve değişimin hızı da farklılığın miktarına bağlıdır. Enerjinin eşit dağılımı bir kez başarılınca değişiklik durur.

Birbirine bağlı iki su kabım gözlemleseydik, su düzeyi ikisinde eşit olsaydı ve dışardan bir müdahalede bulunulmasaydı ama bunlara karşılık herhangi bir yöne doğru bir su akımı izlemeydik bir mucizeye tanıklık ediyor olacaktık.

Hareket eden su iş yapabilir. Bir türbini döndürerek elektrik akımı üretebilir, ya da bir cismi kendisiyle birlikte sürükleyebilir. Suyun akış hızı yavaşladıkça yapılacak iş oranı da düşer. Su akışı durduğu zaman artık hiçbir iş yapılamaz.

Su akışı durunca, her iki kaptaki su düzeyi eşitlenince her şey durur.

Bütün su oradadır. Bütün enerji oradadır. Ama artık su da enerji de farklı şekilde dağılmamıştır. Değişikliği, hareketi ve işi üreten, enerjinin, farklı dağılmışken eşit düzeye

gelmek üzere akmasıdır. Eşit dağılım bir kez gerçekleşince hiçbir değişiklik, hareket ve iş meydana gelmez.

Dahası, kendiliğinden değişim daima farklı da

ğılımdan eşit dağılıma doğrudur ve eşit dağılım bir kez başarılınca enerjinin eski farklı dağılımına dönmek için kendiliğinden hiçbir değişim meydana gelmez. (')

>

Su düzeylerinden başka bir örneği ele a la lım : Isıyı. İki cisimden bir tanesi daha şiddetli bir ısı enerjisine sahip olabilir. Isı enerjisinin şiddeti «sıcaklık»

olarak ölçülür. Br cismin ısı enerjisi şiddeti ne kadar yüksek olursa sıcaklığı da o kadar yüksek olur.

Dolayısıyla sıcak ve soğuk cisimlerden söz edebiliriz ve bunların dolu kapla boş kap örneğine benzediğini görebiliriz.

İki cismin kapalı bir sistem oluşturduğunu, bu sisteme dış evrenden ısı girmediğini ve sistemden de 1

(1) İleride göreceğimiz gibi, gerçekte, bu tümüyle doğru değildir.

dış evrene ısı kaybı olmadığını varsayalım ve iki cismi birbirine dokunduralım.

Gerçek yaşamdaki deneyimlerimizden, ne olaca

ğını tam olarak biliyoruz. Suyun dolu kaptan boş

kaba akması gibi sıcak cisimden soğuk cisme doğru ısı akacaktır. Isı akışı sürdükçe, dolu kabın boşalması ve boş kabın dolması gibi, sıcak cisim soğuyacak, soğuk cisim de ısınacaktır. Sonunda, su kaplarındaki su düzeyinin eşitlenmesi gibi, iki cisim aynı sıcaklığa gelecektir.

Yine ısının sıcak cisimden soğuk cisme akış hızı, enerji dağılımındaki farklılığın miktarına bağlıdır. İki cisim arasındaki sıcaklık farkı ne kadar büyük olursa, ısı sıcak cisimden soğuk cisme o kadar hızlı akacaktır. Sıcak cisim soğuyup soğuk cisim ısındıkça sıcaklık farkı azalır ve dolayısıyla ısının akış

hızı da düşer. Sonuçta, her iki cisim de aynı sıcaklığa geldiğinde ısı akışı durur.

Yine, ısının bu akış yönü kendiliğindendir. Eğer farklı sıcaklıklardaki iki cisim birbirine dokundurulduğunda ısı akışı meydana gelmiyorsa, ya da ısı so

ğuk cisimden sıcak cisme doğru akıyorsa ve gerçekten kapalı bir sistemde çalıştığımızdan eminsek ve işin içinde herhangi bir hilekârlık yoksa, bir

mucizeye tanık olduğumuza karar vereceğiz. (Ve yine, bilim adamlarınca böyle bir mucizeye henüz tanık olunmamıştır.) Öyleyse, iki cisim bir kez aynı sıcaklığa gelince, cisimlerden herhangi birinin ısınmasına ya da soğumasına neden olacak bir ısı akışı her iki yönde de meydana gelmoz.

Bu tür değişiklikler yine zamanın akışına bağlıdır. Eğer iki cismi filme alıp dikkatimizi iki cisme bağlanmış termometreler üzerine yöneltirsek ve sıcak cismin sıcak, soğuk cismin de soğuk olarak kaldığını görürsek, filmin oynamadığı sonucuna vanrız. Eğer sıcak cismin termometresindeki cıvanın yükseldiğini, buna karşılık soğuk cismin termometresindeki cıva

nın giderek düştüğünü görürsek filmin ters yönde oynadığına karar veririz.

Sıcak ve soğuk iki cismi kullanarak ısı akışına iş yaptırabiliriz. Sıcak cismin ısısı bir sıvıyı buharlaştırabilir ve genişleyen buhar bir pistonu itebilir.

Sonra buhar, ısısını soğuk cisme vererek yeniden sı-

vılaşabilir ve bu süreç böylece devam edip gider.

İş yapılıp ısı akarken, sıcak cisim, ısısını buharlaşan sıvıya ve buhar da yoğuşurken ısısını soğuk cisme aktarır. Dolayısıyla sıcak cisim soğur, soğuk

cisim de ısınır. Sıcaklıklar birbirine yaklaştıkça ısı akış hızı ve böylece yapılan iş miktan da yavaşlar.

İki cisim aynı sıcaklığa geldiğinde ısı akışı durur ve artık iş yapılmaz. Cisimler ve ısı enerjisi olduğu gibi durmaktadır ama artık ısı enerjisinin dağılımı farklı değildir.

Bir kez daha, kendiliğinden değişim, farklı enerji dağılımından eşit enerji dağılımına doğrudur. Ve de

ğişim, hareket ve iş yapma yeteneği bir kez kaybolunca bir daha ortaya çıkmaz..

Termodinamiğin İkinci Yasası Enerji üzerine yapılan çalışmalar genellikle ısı akışını ve sıcaklık değişimlerini içerir, çünkü bu işlerle laboratuarda çalışmanın en kolay yolu budur.

Aynca bu konu, bir zamanlar buhar makinalannın enerjiyi işe dönüştüren başlıca yöntem olması dolayısıyla da özellikle önemliydi. Bu nedenle enerji de

ğişimi, enerji akışı ve enerjinin işe dönüştürülmesi bilimine Yunanca «ısı hareketi» anlamına gelen «termodinamik» adı verildi.. Enerjinin sakinimi yasası bazen «termodinamiğin birinci yasası» olarak anılır, çünkü enerjiyle ilintili olarak neyin meydana gelip neyin gelmeyeceğini belirten en temel kuraldır bu.

Farklı enerji dağılımından eşit enerji dağılımına 28

kendiliğinden geçiş konusuna gelince, «termodinami

ğin ikinci yasası» olarak adlandırılır bu da.

Termondinamiğin ikinci yasası 1824'e, Fransız fizikçisi Nicolas L. S. Cam ot'un (1796-1832) buhar makinalarında ısı akışını ayrıntılarıyla incelediği günlere kadar dayanır.

Bununla birlikte ancak 1850 yılında Alman f izikçisi Rudolf J. E. Clausius (1822-88) bu eşitlenme sürecinin enerjinin bütün biçimlerine ve evrendeki bütün olaylara uygulanabildiğini ileri sürdü. Bundan dolayı Clausius genellikle termodinamiğin ikinci yasasını bulan kişi olarak anılır.

Clausius, herhangi bir cisimde, toplam ısının sıcaklığa oranının eşitlenme süreci bakımından önemli olduğunu gösterdi ve bu miktara «entropi» adını verdi. Entropi ne kadar düşük olursa enerji dağılımı o kadar farklıydı. Entropi arttıkça enerji dağılımı da eşitleniyordu.

Kendiliğinden meydana gelme eğilimi farklı enerji dağılımından eşit enerji dağılımına doğru olduğundan, kendiliğinden meydana gelme eğiliminin düşük entropiden büyük entropiye doğru olduğunu söyleyebiliriz.

Bu durumu şöyle ifade edebiliriz: Termodinamiğin birinci yasası der ki evrendeki enerji miktan sabittir.

Termodinamiğin ikinci yasasına göre ise evrenin entropisi sürekli artmaktadır.

Eğer termodinamiğin birinci yasası evrenin ölümsüz olduğunu ima eder gibi görünüyorsa da, ikinci yasanın gösterdiğine göre bu ölümsüzlük bir balcıma değersizdir. Enerji her zaman mevcut olacaktır, ama her zaman değişiklik, hareket ve iş meydana getiremeyecektir.

Bir gün evrenin entropisi doruk noktasına ulaşacak ve tüm enerji eşit düzeye gelecektir. O zaman bütün enerjinin mevcut olmasına karşın artık deği

şiklik, hareket ve iş yapmak mümkün olmayacak, 29

yaşam ve zekâ duracaktır. Evren donmuş bir heykel halini alacaktır. Filim artık dönmeyecek, her şey son-suzadek duracaktır.

Isı, enerjinin en basit biçimi olduğundan ve kolayca eşit bir şekilde dağıldığından, ısı dışındaki bir enerji biçiminin ısıya dönüşmesi entropi artışını temsil eder. Elektrik enerjisinin ısıya, kimyasal enerjinin ısıya, ışıma enerjisinin ısıya dönüşmesi hep kendili

ğindendir.

Dolayısıyla azami entropide, enerjinin bütün bi

çimleri ısıya dönüşebilir ve evrenin her bir noktası aynı sıcaklığa ulaşır. Buna kimi zaman «evrenin asıl ölümü» adı verilir. Şimdiye kadar söylediklerimden anlaşılabileceğine göre

kaçınılmaz ve amansız bir

sondur bu.

Böylece mitolojik evrenle bilimsel evrenin sonları farklıdır. Mitolojik evren büyük bir patlamayla sona erer. Bilimsel evren, eğer ısıl ölüme maruz kalırsa, uzun süreli bir sızlanmayla sona erecektir.

Mitolojik evrenin sonu daima çok yakında beklenmektedir. Bilimsel evrenin ısıl ölümle sona ermesi ise çok uzak bir gelecektedir. En az binlerce milyar, hatta pek çok binlerce milyar yıl sonradır. Evrenin şimdi ancak on beş milyar yaşında olduğunu düşünürsek bu demektir ki, henüz evrenin bebeklik ça ğını yaşamaktayız.

Yine, mitolojik evrenin sonunun yakın ve şiddetli olmasına karşın bu son kolayca kabul edilmektedir, çünkü bu son yeniden doğuş vaadini de birlikte g e tirmektedir. Bilimsel evrenin ısıl ölümle sona ermesi çok uzakta ve sükunet içinde gerçekleşecek olmakla birlikte yeniden doğuşu vaad etmemektedir ve bu, kabul edilmesi güç bir şeydir. İnsanlar bir çıkış noktası aramaktadır.

Her şeyin ötesinde, kendiliğinden gerçekleşen süreçler yine de tersine çevilebilir.

Su yukarı doğru

pompalanabilir, cisimlerin ısısı oda sıcaklığının altına düşürülebilir ve buzdolaplannda bu sıcaklıkta tu

tulabilir, ya da oda sıcaklığının üstüne çıkarılıp bu sıcaklıkta fırınlarda korunabilir. Bu açıdan bakıldı

ğında, amansız entropi artışının yenilgiye uğratılabileceği düşünülebilir.

Kimi zaman, entropi artışı süreci, evrenin gittikçe yavaşlayan kocaman ve karmaşık bir saat gibi tahayyül edilmesiyle betimlenir. Evet, insanların çalı

şan saatleri vardır, ve biz onlan sürekli kurabiliriz.

Evren için de benzeri bir süreç bulunamaz mı?

Doğrusu, entropi azalmasının yalnızca insanların kasıtlı eylemleri sonucunda meydana geldiğini dü

şünmek zorunda değiliz. Yaşamın kendisi, insan zekasından tümüyle ayrı olarak, termodinamiğin ikinci yasasını yenilgiye uğratıyor gibi görünmektedir. İnsanlar ölürler ama yeni insanlar doğar. Bitkiler kışın ölür

ama baharda yeniden yetişir. Yaşam Yeryüzü'n-de üç milyar yıldan fazladır süregelmekte ve hiçbir yavaşlama işareti göstermemektedir. Gerçekte, gördüğümüz her işaret yaşamın yeniden kurulduğu yolundadır, çünkü yeryüzündeki yaşam, tarihi boyunca, gerek bireysel organizmaların, gerekse onlan bağ.

layan ekolojik dokunun sürekli kompleks bir hale gelmesinden ibarettir. Biyolojik evrimin tarihi, entropide meydana gelen büyük bir azalmayı temsil et mektedir.

Bundan dolayı, kimi kişiler yaşamı entropi azaltan bir sistem olarak tanımlamaya çalışmışlardır.

Eğer bu doğru olsaydı, evren hiçbir zaman ısıl ölüme uğramayacaktı, çünkü yaşamın etkin olduğu yerde entropi otomatik olarak azalacaktı. Ne var ki, bu düşünce tümüyle yanlıştır. Yaşam entropiyi azaltan bir sistem değildir ve yalnız başına ısıl ölümü önleyemez. Bunun gerçekleşebileceği düşüncesi yetersiz bir kavrayıştan kaynaklanmaktadır.

Termodinamiğin yasalan

kapalı sistemler için

geçerlidir. Suyu yü kseğe çıkartarak entropi azal Ulıyorsa sisteme pompayı da dahil etmek gerekir. Bir cismi soğuturken entropisi azaltılıyorsa sisteme kul31

lanılan soğutucuyu da katmak gerekir. Ne pompa, ne de buzdolabı tek başına ele alınamaz. Bunlar nereyle ilişkiliyse, güçlerini nereden alıyorlarsa, onların da sisteme katılması gerekir.

İnsanlar ve kullandıkları araçlar entropiyi azaltıp kendiliğinden meydana gelen tepkimeleri tersine çevirdikleri zaman ortaya çıkan durum şudur ki, in sanlar ve kullandıkları araçlar, bu süreç sırasında kendileri entropiyi arttırmaktadır. Dahası, insanların kendiliğinden meydana gelen tepkimeleri tersine çevirirken sebep oldukları entropi artışı sistemdeki

entropi azalmasından daha fazladır. Dolayısıyla, tüm sistemin entropisi artar; daima artar...

Şurası kesindir ki, insanlar pek çok kendiliğinden meydana gelen olayı tersine çevirmiş ve birlikte çalışarak Mısır piramitleriyle Büyük Çin Seddi'nden tutun son zamanlardaki gökdelenlerden barajlara kadar muazzam bir teknolojik ağ kurmuşlardır. İnsanlar entropiyi bu derece arttırıp da yaşamaya hâlâ devam edebilir mi?

Yine, insanlan yalnız başına ele almamalıyız. Onlar kapalı bir sistem oluşturmaz. Bir insan yer, içer, soluk alır, dışkı atar. Bütün bunlar enerjinin girip çıktığı dış dünya bağlantılarıdır. Bir insanı kapalı bir sistem olarak ele almak isterseniz yediğini, içtiğini, aldığı soluğu ve dışkılarını da hesaba katmak zorundasınız.

Bir insan kendiliğinden bir hareketi tersine çevirirken entropisi artar ve söylediğim gibi kendi entropi artışı, neden olduğu entropi azalmasından fazladır. Bununla birlikte, bir insan yiyip içerek ve soluk alarak entropisini sürekli azaltır. (Tabii ki bu azalma mükemmel değildir ve sonuçta insan ölür, çünkü kazalardan ve hastalıklardan ne denli kaçınsa da yavaş entropi

artışları yenilenemez.) Ne var iki, sistemin gıda, su, hava ve artıklar kısmındaki entropi artışı, insanın kendisindeki entro-32

pi azalmasının oldukça üstündedir. Sistemin tümünde entropi artmaktadır.

Gerçekte yalnız insanlar değil, hayvanlar da g ıdalarındaki entropi artışı pahasına kendi entropile-rini düşük bir düzeyde tutarlar. Gıdaları, son çözümlemede, bitkilerden ibarettir, öyleyse, nasıl oluyor da bitki dünyası varlığını sürdürebiliyor? Çünkü entro-pileri sürekli arttığı sürece bitki dünyası var olamaz.

Bitkiler, hayvanların gıdasını ve havanın başlıca elemanı olan oksijeni «fotosentez» olarak bilinen süreçle sağlar. Bu işler milyarlarca yıldır süregelmektedir. Am a bu durumda hayvanlar ve bitkiler kapalı bir sistem olarak ele alınamaz. Bitkiler, gıda ve oksijen üretmek için gerekli olan enerjiyi güneş ışığından sağlar.

Dolayısıyla, yaşamı olanaklı hale getiren gün ışı

ğıdır ve termodinamiğin yasaları yaşama uygulanmadan önce güneşin kendisi yaşama dahil edilmelidir.

Bütün bunlar olurken, güneşin entropisindeki artış, yaşam sürecinde meydana gelen entropi azalmasından kat kat fazladır. Öyleyse, yaşamı ve güneşi içeren sistemin entropisindeki net değişiklik sürekli artma yolundadır. Dolayısıyla biyolojik evrimin temsil ettiği entropi azalması,

güneşte meydana gelen muazzam entropi artışı dalgasının yanında küçük bir kıpırtıdır ve dikkatleri küçük bir kıpırtı üzerinde yo

ğunlaştırmak termodinamiğin gerçeklerini tümüyle yanlış yorumlamak demektir.

İnsanlar, yedikleri gıdalardan ve soludukları oksijenden başka enerji kaynaklan da kullanır. Rüzgar ve akarsu enerjisi yeryüzünün farklı bölgelerinin farklı derecelerde ısınmasından, sulann akması ise güneşin buharlaştırıcı etkisinden meydana gelir.

İnsanlar enerji elde etmek için yakıt kullanırlar.

Am a yakıt odundan ya da başka bitkisel ürünlerden meydana gelir 'ki bunlar da sonunda güneş ışığına dayanır. Y a ğ ya da diğer hayvansal ürünler kullanılabilir ama hayvanlar bitkilerle beslenir. Kömür, eski insanlığın geleceği

çağlardaki bitkilerin bir ürünüdür. Petrol, eski çağlardaki mikroskopik hayvanlardan meydana gelmiştir.

Bütün bu yakıtlar güneşten kaynaklanır.

Dünyada güneşten gelmeyen enerjiler de vardır.

Dünyanın iç ısısı; ılıcalar, gayserler, depremler ve volkanlar meydana getirir. Dünyanın dönüşünden ileri gelen bir enerji vardır, gelgitler bunu kanıtlamaktadır. İnorganik kimyasal reaksiyonlarda ve radyo-ak tivitede de enerji bulunmaktadır.

Bütün bu enerji kaynakları değişiklikler meydana getirir, ama her durumda entropi artmaktadır. Radyoaktif maddeler yavaşça yok olmaktadır ve bunların ısıları dünyanın iç ısısına ilave edilmediği zaman yeryüzü soğuyacaktır. Gelgitlerin meydana getirdiği sürtünme yeryüzünün dönüşünü giderek yavaşlatmaktadır. Güneş bile sonunda entropisi arttıkça iş üreten enerji deposunu yitirecektir. Üç m ilyar yıldır entropiyi azaltır gibi görünen biyolojik süreç bütün bu enerji kaynaklarındaki entropinin artması pahasına meydana gelmiştir ve bu artışı önlemek için hiçbir şey yapılamaz.

Uzun dönemde, görünüşe göre, hiçbir şey entropinin bu artışına dayanamaz ya da bu artışı durduramaz ve sonunda evrenin ısıl ölümü gerçekleşir. İn sanlar diğer bütün felaketlerden kurtulup trilyonlarca yıl sonra hâlâ var olursa, bu gerçeğe kaçınılmaz bir şekilde boyun eğip ısıl ölümle birlikte yok olacak mıdır?

Şimdiye kadar söylemiş olduklarımdan bu çıkıyor.

Gelişigüzel Hareket

Ancak, bu sürekli olarak artan entropi tablosunda rahatsız edici bir şey var ve bunun için geçmişe bakmamız gerekiyor.

Evrenin entropisi sürekli olarak arttığına göre, bir milyar yıl önce şimdikinden daha düşük olmalıy-34

di; iki milyar yıl önce de daha düşük. Yeterince geriye gidersek, belli bir zamanda evrenin entropisi sıfır olmalıydı.

Gökbilimciler evrenin on beş milyar yıl önce başladığına inanmaktadır. Termodinamiğin birinci yasasına göre evrenin enerjisi sabit olduğuna göre, evren on beş milyar yıl önce başladı derken enerjinin (madde dahil) o zaman yaratıldığını kastetmiyoruz. Enerji her zaman mevcuttu. Bütün söyleyebileceğimiz, entropi saatinin on beş m ilyaf yıl önce işlemeye başlamış olduğudur.

Am a onu ilk kez kuran neydi?

Bu soruyu yanıtlamak için kendiliğinden entropi artışı için verdiğim iki örneğe dönelim: Dolu kaptan boş kaba akan su ve sıcak cisimden soğuk cisme akan ısı. Bu iki olayın birbirine tümüyle benzediğini belirtmiştim; ısı da su gibi bir akışkandır ve aynı şekilde hareket eder. Ancak benzerlikte bazı sorunlar vardır. Her şeyden öte, suyun neden öyle davrandı

ğını anlamak kolaydır. Yerçekimi kuvveti etki etmektedir. Yerçekimi kuvvetinin iki kaba farklı bir şekilde dağılmış olması dolayısıyla su, dolu kaptan hemen hemen boş olanına akar. Kaplardaki sular aym düzeye eriştiği zaman her ikisi üzerine etki eden yerçekimi kuvveti aynıdır,

dolayısıyla akış durur. Ama yerçekimine benzer olarak ısıyı harekete geçiren şey nedir? Bunu yanıtlamakan önce şu soruyu soralım: Isı nedir?

On sekizinci yüzyılda ısının su gibi ama daha uçucu bir sıvı olduğuna inanılıyordu. Dolayısıyla, suyun süngerden akması gibi, katı maddelerin yarıklarından girip çıkabilirdi.

Ancak, 1798'de Amerikan doğumlu İngiliz fizikçisi Benjamin Thompson, (Kont Rumford, 1753-1814) toplara namlu delikleri açıldığı sırada, sürtünmeden dolayı ısı meydana geldiğini gördü ve ısının gerçekte maddenin çok küçük parçacıklarının hareketleri olduğunu ileri sürdü. 1803'de İngiliz kimyacısı John 35

Dalton (1766-1844) maddenin atomik kuramım ortaya koydu. Onun dediğine göre bütün maddeler atomlardan yapılmıştı. Rumford'un görüş açısından bakıldı

ğında ısıyı meydana getiren şey bu atomların hareketi olabilirdi.

1860 yıllarında İskoçyalı matematikçi James Clerk Maxwell (1831-79) «gazların kinetik kuramını» ortaya koydu ve gazların davranışının kendilerini meydana getiren atomlarla moleküller açısından nasıl yorumlanabileceğini gösterdi. Her yöne gelişigüzel hareket eden bu küçük parçacıklar, yine gelişigüzel bir bi

çimde birbirleriyle ve içinde bulundukları kabın duvarlarıyla çarpışıyor ve iki yüzyıldır ortaya konmuş

olan gaz kurallarım açıklayabiliyordu.

Belli bir miktar gazı meydana getiren atomlar ya da moleküller geniş bir hız aralığı içinde hareket ederler. Ancak, ortalama hız, sıcak gazlarda soğuk gazlara göre yüksektir. Gerçekte, sıcaklık dediğimiz şey, bir gazı oluşturan moleküllerin ya da atomların ortalama hızıdır. (Bu durum sıvılar ve katılar için de geçerlidir, şu farkla ki,

sıvılarda ve katılarda

atomlar ya da moleküller serbestçe hareket yerine titreşim halindedir.)

Tartışmayı basitleştirmek için, herhangi bir sıcaklıktaki madde örneğinin bütün parçacıklarının, bu karakteristiği olan ortalama bir hızla hareket ettiklerini ya da titreştiklerini varsayalım.

Sıcak bir cismin (gaz, sıvı ya da katı) soğuk bir cisme dokundurulduğunu düşünün. Sıcak cismin kenarındaki parçacıklar, soğuk cismin kenarındaki par.

çacıklarla çarpışacaktır. Sıcak cisimden gelen hızlı bir parçacık, soğuk bir cisimden gelen yavaş parçacıkla çarpışacak ve ikisi birlikte geri sıçrayacaktır.

İki parçacığın toplam momentumu değişmez ama birinden diğerine momentum aktarılabilir. Diğer bir deyişle, iki parçacık, birbirlerinden, yaklaştıkları hızlardan farklı hızlarla ayrılırlar.

Hızlı parçacığın, momentumunun b ir kısmını ya.

36

vaş parçacığa vermesi olasıdır. Böylece, hızlı parçacık çarpışmadan sonra daha yavaş hareket ederken, yavaş parçacık çarpışmadan sonra daha hızlı hareket edecektir. Yavaş hareket eden parçacığın, momentumunun bir kısmını hızlı hareket eden parçacığa vermesi de olasıdır ve bu durumda yavaş hareket eden parçacık daha düşük bir hızla geri dönerken hızlı hareket eden parçacık daha büyük bir hızla geri dönecektir.

Momentum aktarımının hangi yönde meydana

geleceğini belirleyen yalnızca rastlantıdır, ama olasılıklar momentumun hızlı parçacıktan yavaş parçacığa aktarılması yönünde ağır basmaktadır. Böylece, hızlı parçacık geriye daha yavaş dönerken, yavaş

hareket eden parçacık geriye daha hızlı dönecektir.

Neden böyle? Çünkü momentumun hızlı parçacıktan yavaş parçacığa aktarılması olasılığı, momentumun yavaş parçacıktan hızlı parçacığa aktarılması olasılığından büyüktür.

Bunun neden bqyle olduğunu görmek için 1 den 50 ye kadar numaralanmış elli tane poker fişinin bir kavanoza konulduğunu düşünelim, içlerinden gelişigüzel birini çekelim ve seçtiğimizin 49 numara oldu

ğunu varsayalım. Bu, yüksek bir sayıdır ve hızlı hareket eden parçacığı temsil eder. 49 numarayı tekrar kavanoza koyun (bu hareket çarpışmayı temsil eder) ve gelişigüzel olarak başka bir fiş çekin (bu hareketiniz çarpışmadan sonraki hızı temsil eder). Yeniden 49 numarayı çekebilirsiniz, böylece parçacık aynı hızla geri döner. Ya da 50 numarayı çeker ve çarpışmadan sonra daha büyük bir hızla geri dönebilirsiniz.

Ya da l ’den 48’e kadar olan sayılardan birini çeker ve çarpışmadan sonra daha düşük bir hızla geri dönersiniz.

50 numarayı çekmeniz ve daha yüksek bir hızla geri dönmeniz olasılığı 50’de l ’dir. Daha düşük bir hızla geri dönmeniz olasılığı ise 50’de 48’dir.

Eğer başlangıçta seçtiğiniz fişin numarası 2 ol

saydı durum tersine dönecekti. Bu. çok düşük bir h ızı temsil edecekti. Bu fişi kavanoza atıp yeniden bir fiş çekseydiniz 1 sayısını çekip daha yavaş bir hızla geri dönmeniz olasılığı 50’de 1 olacaktı. Bununla b irlikte 3’den 50’ye kadar bir numara çekip de daha büyük bir hızla geri dönmeniz olasılığı 50’de 48’dir.

Her biri ayrı kavanozdan fiş çeken on kişi bulunsaydı ve hepsi ilk çekişte 49 sayısını çekseydi ikinci çekilişte hepsinin 50'yi çekip daha yüksek bir hızla geri dönme olasılığı yüz milyon milyarda 1 olacaktı. Öte yandan hepsinin daha düşük bir sayı çekip daha düşük bir hızla geri dönme olasılığı 3'te 2

olacaktı.

On kişinin başlangıçta 2 sayısını çekip sonra yeniden talihlerini denemeye çalışmaları durumunda

aynı şey ters yönde gerçekleşecekti.

Bu kişilerin hepsi aynı sayıyı çekmek zonanda değildir. Çok sayıda kişinin poker fişleri çektiğini, hepsinin farklı bir sayı elde ettiğini ama ortalamanın oldukça yüksek olduğunu varsayalım. İkinci denemelerinde ortalamanın daha düşük olması olasılı

ğı daha yüksek olması olasılığından daha fazladır.

Kişilerin sayısı arttıkça ortalamanın daha düşük olması daha kesindir.

Aynı durum, poker fişi çekip çok düşük bir ortalama elde eden çok sayıda kişi için de geçeriidir.

İkinci denemede büyük bir olasılıkla ortalama daha yüksek olacaktır. Kişiler çoğaldıkça ortalamanın yükselmesi olasılığı da artacaktır.

Laboratuvarda denemeye tutulan bir madde ise on, elli ya da bir milyon değil ama milyarlarca trilyon atom ya da molekülden meydana gelmiştir. Eğer sıcak bir cisimdeki bu milyarlarca trilyon sayıdaki parçacık yüksek bir ortalama hıza sahipse ve soğuk bir cisimdeki milyarlarca trilyon parçacık düşük bir ortalama hıza sahipse, olasılıkların ağırlığı sıcak cisimdeki parçacıkların ortalama hızının düşeceği ve 38

soğuk cisimdeki parçacıkların ortalama hızının da artacağı şeklindedir.

Parçacıkların ortalama hızı her iki cisimde de aynı olunca, momentumun her iki yönde de aktarılması olasılığı aynıdır. Tek tek parçacıklar daha hızlı ya da daha yavaş hareket edebilir ama ortalama hız (ve dolayısıyla sıcaklık) aynı kalacaktır.

Böylece ısının neden sıcak cisimden soğuk cisme aktığının ve her iki cismin ortalama bir sıcaklığa gelip kaldığının yanıtını almış oluyoruz. Bu, basit bir olasılık yasası sorunudur, kör talihin işlevinin bir sonucudur.

Gerçekte, entropinin evrende sürekli olarak artmasının nedeni budur. Enerji dağılımının düzgün bir hale gelmesi olasılığı, enerji dağılımının farklılaşması olasılığından daha fazla olduğundan değişiklikler entropinin artması doğrultusundadır ve kör talihten başka bir şey değildir bu.

Bir başka deyişle, termodinamiğin ikinci yasası neyin olması gerektiğini değil, ama neyin meydana gelmesi olasılığının ağır bastığını söyler.

Burada

önemli bir farklılık vardır. Eğer entropinin mutlaka artması gerekirse, hiçbir zaman azalamaz. Eğer entropi yalnızca büyük bir ağırlıkla artma eğilimindeyse, azalması olasılığı da büyük ölçüde düşüktür. Ama sonuçta, yeteri kadar uzun süre beklersek düşük olasılığa sahip olan durum da gerçekleşebilir. Gerçekte, yeterince uzun süre beklersek gerçekleşmek zorundadır da.

Evrenin ısıl ölüm halinde bulunduğunu varsayalım. Bunu, belki de sınırsız, üç boyutlu bir parçacıklar denizi olarak düşünebiliriz; parçacıklar sürekli olarak birbirleriyle çarpışıp geri sıçramaktadır. Tek tek parçacıklar belki daha hızlı ya da daha yavaş hareket ediyor olabilir ama ortalama daima aynı kalmaktadır.

Zaman zaman, birbirine komşu olan belli bir par

çacık kümesi kendi arasında yüksek bir ortalama hız 39

meydana getirebilir. Aynı şekilde, uzaktaki başka

bir yerde de oldukça düşük bir ortalama hız oluşabilir. Evrenin toplam ortalaması değişmez ama şimdi düşük entropiye sahip bir bölgemiz vardır ve bu bölge diğerleriyle aynı düzeye gelinceye kadar küçük

bir miktar iş yapmak mümkün olabilir.

Uzun bir süre sonra belli bir zamanda, bu gelişigüzel çarpışmalar daha büyük bir farklılık meydana getirebilir ve yine daha uzun bir süre sonra daha da büyük bir farklılık. Trilyon trilyon trilyon kerede bir, evrende çok düşük entropili bir bölge meydana geldiğini tahayyül edebiliriz. Evren çapındaki böyle dü

şük entropili bir bölgenin diğer bölgelerle aynı düzeye gelmesi uzun zaman alır; bir trilyon yıl ya da daha fazla.

Belki de bizim başımıza gelen buydu. Isıl ölümün sonsuz denizinde tümüyle bir kör talih sonucu evrenin bir parçasının entropisi düştü ve bu, entropiyi arttırma süreci içindeyken, galaksilere, yıldızlara ve gezegenlere bölündü, yaşamı ve zekayı meydana getirdi. Biz de şimdi burada bütün bunlar üzerine kafa yormaktayız.

Böylece, son felaket olan ısıl ölümü yeniden bir canlanma izleyebilir, tıpkı Vahiy Kitabında ve Ragnarok'ta betimlenen amansız felaketler gibi.

Termodinamiğin birinci yasası mutlak, ikinci yasası ise istatiksel göründüğünden, birbirinden muazzam zaman aralıklarıyla ayrılmış evrenlerin peşpe-

şe gelmeleri olasılığı vardır. Şu var k i zamanı ölçmek için hiç kimse ve hiçbir şey olmayacaktır ve entropinin artması durunca, gerekli beyinler ve aletler mevcut olsa da zamanı ölçmenin bir yolu bulunamayacaktır. Dolayısıyla, peşpeşe gelen evrenler zamansız aralıklarla ayrılmıştır diyebiliriz.

Bu durum insanlık tarihinin öyküsünü nasıl etkiler?

İnsanların diğer bütün felaketleri atlattığını ve ısıl ölümün yaklaştığını trilyonlarca yıl sonra hâlâ 40

ayakta bulunduğunu varsayalım. Entropi artışı sürekli olarak düşecek ve evrenin şurasında burasında düşük entropili bölgeler (evrene göre küçük ama insan ölçeğine göre büyük hacimler) meydana gelecek.

Eğer insan teknolojisinin bir trilyon yıl boyunca az çok sürekli olarak ilerlemiş olduğunu varsayarsak, insanlar bu düşük entropili bölgelerden yararlanacaktır; bugün altın madenlerini bulup kullanmamız gibi, bunları bulup kullanacaklardır. Bu bölgeler daha bir m ilyar yıl boyunca insanları destekleyebilecektir. Doğrusu, insanlar bu süre içinde, ısıl ölüm denizinden rastlantısal olarak meydana gelen yeni düşük entropi bölgeleri bulabiür ve bu yolla sonsuza dek var olabilir. O zaman tesadüfler sonunda evren çapında bir düşük entropi bölgesi meydana

getirilebilir ve insanlar yeniden sınırsız bir şekilde yayılabilir.

İyice aşırıya kaçarsak,

insanlar, bir zamanlar

‘Son Soru’ adlı bilimkurgu öykümde (1956) betimlediğim gibi entropide önemli bir azalma meydana getirecek yöntemler arayabilir ve böylece ısıl

ölümden kaçınabilir ya da ısıl ölümün yakın olduğu bir sırada kendi istekleriyle evreni yenileyebilir. Bu yolla insanlık temelde ölümsüzleşebilir.

Bununla birlikte, ısıl ölüm bir sorun olduğu sıralarda insanlar yaşıyor olacak mıdır, yoksa daha önce gelen b ir başka felaket bizi silip süpürecek midir?

Kitabın bundan sonraki bölümlerinde yanıtım

arayacağımız soru budur.

3/EVRENİN BÜZÜLMESİ

Galaksiler

Şimdiye kadar evrenin termodinamiğin yasalarına göre nasıl davranması gerektiğini tartıştık. Şimdi evrenin kendisine bakmamızın ve bunun vardığımız sonuçları değiştirip değiştirmeyeceğini görmemizin

zamanı geldi. Bunu yapmak için bir adım geriye gidelim ve bir bütün olarak evrenin içeriklerine bakalım. Bu, yirminci yüzyılda yapmayı başardığımız bir şeydir.

Tarihin ilk zamanlarında,

görüşlerimiz evrenin

görebildiğimiz kadarıyla sınırlıydı ve çok azdı. Başlangıçta evren, gökyüzünün ve içeriklerinin üzerinde bir kubbe oluşturduğu küçük bir yeryüzü parçasıydı.

Dünyanın küresel olduğunu anlayan, hatta onun gerçek boyutları hakkında bir fik ir sahibi olan ilk kişiler Yunanlılardı. Yunanlılar güneşin, aym ve gezegenlerin gökyüzünde diğer cisimlerden bağımsız olarak hareket ettiğini anladılar ve bunlara saydam birer küre yakıştırdılar. Yıldızlar en dıştaki bir kürede toplanmıştı ve bir arka plan olarak düşünülüyordu. Copernicus'un, yeryüzünün güneşin etrafında döndüğünü açıklamasından

ve teleskobun keşfiyle

gezegenlere ilişkin ilginç ayrıntıların ortaya çıkmasından sonra bile, insan bilinci güneş sisteminin ötesine pek uzanamadı. T a on sekizinci yüzyıla dek, y ıldızlar arka plandan başka bir şey değildi. Ancak 1838'de Alman gökbilimcisi Friedrich W ilhelm Bessel (1784-1846) bir yıldızın uzaklığını saptadı ve yıldızlar arası uzaklıkların ölçeği belirlendi.

Işık saniyede yaklaşık 300.000 kilometre, dolayısıyla bir yılda 9,44 trilyon kilometre yol alır.

Bu

uzaklık bir ışık yılıdır ve en yakın yıldız 4,4 ışık yılı uzaklıktadır. Evrenin komşu bölgelerinde yıldızlar

arası ortalama uzaklık 7,6 ışık yılıdır.

Yıldızlar evrenin her doğrultusunda aynı şekilde yayılmış gibi görünmemektedir. Gökyüzündeki dairesel bir şerit içine o kadar çok yıldız toplanmıştır ki, bunlar «Samanyolu» dediğimiz

aydınlık bir bulut

oluşturmuştur. Gökyüzünün diğer bölgelerinde göreceli olarak daha az sayıda yıldız vardır.

On dokuzuncu yüzyılda yıldızların bir mercek şeklinde bir araya toplandıkları anlaşılmıştır; bu merceğin genişliği kalınlığından çok fazladır ve ortası kenarlarına göre daha kalındır. Şimdi, bu mercek şeklindeki yıldız topluluğunun en geniş boyutunun 100.000 ışık yılı olduğunu ve 300 milyar yıldız içerdiğini biliyoruz. Bu yıldızların ortalama kütlesi güneşimizin yarısı kadardır. Bu topluluk, «Samanyolu»

nun Yunancasından, «Galaksi» olarak anılır. (*) Tüm on dokuzuncu yüzyıl boyunca galaksinin e v rendeki her şey olduğu sanılıyordu. Görünüşe göre

Macellan bulutları hariç, gökyüzünde başka hiçbir şey yoktu. Macellan bulutlan güney yanm küresindeki nesnelerdi (Kuzey bölgelerinden görünmez) ve Samanyolu'nun

birer parçasına benziyorlardı.

Sonunda bunların birkaç milyar yıldız içeren ve Galaksi'nin hemen yakınında bulunan küçük yıldız kümeleri olduğu ortaya çıktı. Bunlar Gala'ksi'nin küçük uydu galaksisi olarak düşünülebilirdi.

Bir başka şüpheli cisim, çıplak göze belli belirsiz görünen Andromeda nebulasıydı. Kimi gökbilimciler bunun bizim galaksimizin bir parçası olan parlak bir gaz bulutu olduğunu düşündü. Am a eğer öyleyse neden içinde ışık kaynağı olarak hizmet eden yıldızlar görünmüyordu? (Galaksi'deki diğer parlak gaz bulutlarında yıldızlar görünüyordu.) Ayrıca ışığının niteliği bunun aydınlık bir gaz değil ama yıldız ışığı olduğunu gösteriyordu. Sonunda bulutun içinde şa

şırtıcı çabukluklarla parlayan novalar (ansızın parlayan yıldızlar) görüldü; normal parlaklıklarıyla göze

{*) Samanyolu = Milky Way = Galaxy (Galaksi). Y.N.

görünemeyen novalar. Andromeda nebulasmın G alaksi kadar büyük bir yıldız topluluğu olduğunu ileri sürmek için iyi bir neden vardı. O denli uzaktaydı ki, arasıra herhangi bir nedenle parlayan yıldızlan dışında hiçbir yıldızı görülemiyordu. Bu görüşün en hararetli savunucusu olan Amerikalı gökbilimci Heber Doust Curtis (1872-1942) 1917 ve 1918'de Andromeda'daki novalar üzerine özel bir çalışma yaptı.

Bu sırada, 1917 yılında 100 inç aynalı yeni bir teleskop (o zamana dek bilinen en büyük ve en iyi teleskop) California'da Pasadena yakınlarındaki W il.

son Dağına yerleştirildi. Bu teleskobu kullanan Am erikalı gökbilimci Edwin Povvell Hubble (1889-1953) sonunda Andromeda nebulasmın eteklerindeki tek tek yıldızları gözlemlemeyi başardı. Bu, bizim galaksimizin boyutlarında bir yıldız topluluğuydu ve o zamandan sonra Andromeda galaksisi olarak adlandırıldı.

Şimdi, Andromeda galaksisinin bizden 2,3 milyon ışık yılı uzakta olduğunu biliyoruz. On milyar ya da daha uzak mesafelerde, bütün doğrultularda uzanan pek çok sayıda başka galaksi de bulunmaktadır. Dolayısıyla, eğer evreni bir bütün olarak düşünecek olursak, onun, uzaya oldukça düzgün bir şekilde da

ğılmış ve her biri birkaç milyardan birkaç trilyona kadar yıldız içeren galaksilerden meydana gelmiş olduğunu kabul edeceğiz.

Bir galaksi içindeki yıldızlar, karşılıklı uyguladıkları yerçekimsel kuvvetlerle bir arada durur ve yıldızlar belli bir yörüngede hareket ederken galaksi de galaktik merkez etrafında döner. Yerçekimine şükürler olsun ki, galaksiler milyarlarca yıl boyunca dağılmadan kalabilir.

Dahası, komşu galaksilerin gruplar ya da kümeler meydana getirmeleri ve yerçekimsel kuvvetlerle birbirlerine bağlanmaları sık görülür, örn eğin bizim galaksimiz, Andromeda galaksisi, iki Macellan bulutu ve yirminin üstündeki başka galaksi (bunların çoğu pek küçüktür) bir «yerel grup» oluşturur. Gökyüzün

de gördüğümüz diğer galaktik kümeler arasında bazıları çok muazzam büyüklüktedir. 120 milyon ışık yılı uzaklıktaki Coma Berenices takımyıldızında, yakla

şık 10.000 galaksiden meydana gelmiş bir küme vardır.

Evren her biri ortalama yüz üyeye sahip yakla

şık bir m ilyar galaktik kümeden meydana gelmiş olabilir.

Genişleyen Evren

Galaksilerin muazzam uzaklıklarda olmasına kar

şın onlardan bize gelen ışıklardan bazı ilginç şeyler öğrenebiliriz.

Bize herhangi sıcak bir cisimden gelen görünür ışık, ister galaksi kümelerinden isterse şenlik ateşlerinden gelsin, gözün retinasını etkileyen en kısasından en uzununa dek çeşitli dalga boylarından oluşmuştur. Bu dalga boylarını ayırt edip en kısasından en uzununa dek bantlar halinde sıralayan aletler bulunmaktadır. Bu bantlara tayf (spektrum) adı verilir.

Bizim gözlerimizi etkileyen dalga boylan renkler şeklinde yorumlanır. Görünen ışığın en kısa dalga boylusu bize mor olarak görünür. Dalga boyu arttık

ça bunlan sırasıyla mavi, yeşil, san, turuncu ve kırmızı olarak görürüz. Bunlan gökkuşağında görebiliriz ve gökkuşağı doğal bir tayftır.

Güneşin ya da diğer yıldızların ışığı bir tayf halinde yayıldığı zaman ışığın bazı dalga boylan kaybolur. Bunlar güneşin (ya da diğer yıldızların) üst atmosferindeki görece soğuk gazlar tarafından emilmiştir (absorbe edilmiştir). Bu kayıp dalga boylan, çeşitli renkli bantlan kesen karanlık çizgiler olarak ortaya çıkar.

Bir yıldızın atmosferindeki her bir atom, ancak kendi karakteristiği olan dalga boylannı tutar. Bu 45

karakteristik dalga boylarının tayftaki yeri, her bir atom için laboratuvarda kesinlikle belirlenebilir ve herhangi bir yıldızın tayfındaki karanlık çizgilerden bu yıldızın kimyasal bileşimi hakkında bilgi edinile bilir.

1842 yılında AvusturyalI fizikçi Christian Johann Doppler (1803-53) belli bir dalga boyunda ses dalgası yayınlayan bir cisim hareket ediyorsa bu cismin yayınladığı ses dalgasının değiştiğini gösterdi. Cisim bizden uzaklaşıyorsa dalga boyu büyüyor, cisim bize yaklaşıyorsa dalga boyu küçülüyordu. 1848'de Fransız fizikçisi Armand H. L. Fizeau (1819-96) bu ilkeyi ışığa uyguladı.

Bu Doppler-Fizeau etkisiyle, bizden uzaklaşan bir yıldızın yayınladığı ışığın bütün dalga boylan dura

ğan haline göre daha uzundur. Böylece karanlık çizgiler tayfın kırmızı ucuna doğru kayar, buna «kızıla kayma» denir. Yıldızın bize yaklaşması halinde ise karanlık çizgiler tayfın mor ucuna doğru kayar (mora kayma).

Belli bir yıldızın tayfındaki karanlık çizgilerin konumunu belirleyerek yıldızın yalnızca bizden uzaklaştığını mı yoksa yaklaştığını mı değil, aynı zamanda ne hızla yaklaştığım ya da uzaklaştığını tespit edebiliriz, çünkü yıldız ne kadar hızlı hareket ederse karanlık çizgilerdeki kayma da o kadar fazla olur.

Bu kayma özelliğini ilk kez 1868 de İngiliz gökbilimcisi W illiam Huggins (1824-1910) Sirius yıldızını incelerken kullandı. Huggins tayfta bir kızıla kayma saptadı ve Sirius'un orta derecede bir hızla bizden uzaklaştığını buldu. Bu yolla, giderek daha fazla y ıldız sınandığı zaman bazı yıldızların bizden uzaklaştığı bazı yıldızların da bize yaklaştığı anlaşıldı. Eğer Galaksi bir bütün olarak bize ne yaklaşıyor, ne de uzaklaşıyorsa bu sonuç şaşırtıcı değildi.

1912'de Amerikalı gökbilimci Vesto Melvin Slipher (1875-1969) çeşitli galaksilerin karanlık çizgilerindeki kaymaları belirleme projesine başladı. (Bu 46

lutsu ışık parçacıklarının birer galaksi olduğunun an.

laşılmasından önce).

Galaksilerin de yıldızlar gibi yaklaşmalar ve uzaklaşmalar göstereceği düşünülebilir ve gerçekten de bu bizim yerel grubumuzdaki galaksiler için doğrudur.

Örneğin, Slipher'in incelediği ilk galaksi Andromeda galaksisiydi ve bunun saniyede 50 kilometrelik bir hızla bizim galaksimize yaklaştığı ortaya çıktı.

Ne var ki, yerel grup dışındaki galaksiler şaşırtıcı bir benzerlik gösterdi. Slipher ve onu izleyenler, her seferinde, galaksilerden gelen ışığın kızıl kayması gösterdiğini buldular. Hepsi de alışılmamış hızlarla bizden uzaklaşıyordu. Galaksimizdeki yıldızlar birbirlerine göre saniyede onlarca kilometre hızla hareket ederken, yerel grup dışındaki en yakın galaksi bile bizden saniyede yüzlerce kilometre hızla uzaklaşıyordu. Dahası, galaksi bizden uzaklaştıkça uzaklaşma hı.

zı daha da artıyordu.

Hub'ble, 1929 yılında (beş yıl önce Andromeda galaksisindeki yıldızlan saptamış ve doğalarını ortaya koymuştu) uzaklaşma hızının uzaklıkla doğru orantılı olduğunu gösterdi. Eğer bir A galaksisi bir B galaksisine göre bizden üç kat uzaktaysa, A galaksisinin uzaklaşma hızı B galaksisinin uzaklaşma

hızının üç katıydı. Bu durum bir kez kabul edilince, bir galaksinin uzaklığı yalnızca kızıla kaymayı ölçmekle sapta-nabilirdi.

Am a neden bütün galaksiler bizden uzaklaşıyordu?

Elimizde belli bir özellik bulunmadan bu evrensel uzaklaşmayı açıklamaya kalkışınca yalnızca evrenin genişliyor olduğu gerçeğini kabullenmek zorundaydık. Komşumuz galaktik kümeler arasındaki uzaklık giderek artıyordu. Eğer durum böyleyse, sadece bizim galaksimizden bakıldığında değil ama galaktik kümedeki her hangi bir gözlem noktasından bakıldı

ğında diğer bütün galaksiler uzaklıkla orantılı olarak hızla uzaklaşıyordu.

Am a evren neden genişliyor olsun?

Zamanın geriye doğru işlediğini tahayyül edersek (yani genişleyen evreni film e alır da film i tersine oynatırsak) galaktik kümeler birbirine yaklaşıyor görü, necek ve sonunda birleşecekler.

Belçikalı gökbilimci Georges Lemaître'm (1894-1966) ileri sürdüğüne göre, evrendeki tüm madde uzun zaman önce, «kozmik yumurta» adını verdiği tek bir kütle halindeydi. Bu kütle patladı ve bunun parçalarından galaksiler meydana geldi. Evren de, bu eski patlamanın gücüyle genişlemektedir.

Rus asıllı Amerikan fizikçisi George Gamow (1904-68) bu patlamayı «büyük patlama» (big bang) olarak adlandırdı ve bu deyim artık herkes tarafından kullanılmaktadır. Gökbilimcilerin şimdi 15 m ilyar yıl önce meydana geldiğini düşündükleri olay bu büyük patlamadır. Kozmik yumurtanın entropisi çok düşüktü.

Patlama anından itibaren entropi artmaya başladı ve önceki bölümde anlattığımız gibi evren dağılma sürecine girdi.

Büyük patlama gerçekten meydana geldi mi?

Evrenin engin uzaklıklarına ne kadar çok dalarsak zaman içinde o kadar geriye gitmiş oluruz. Her şeyden önce, yolculuk etmek ışık zamanını gerektirmektedir. Bir milyar ışık yılı uzakta bir şey görebilseydik, gördüğümüz ışığın bize ulaşması bir m ilyar yıl almış olacaktı ve gördüğümüz cisim bir m ilyar yıl öncesine ait olacaktı. Eğer 15 milyar ışık yılı uzakta bir şey görseydik, bu cisim 15 milyar yıl öncesine, büyük patlama zamanına ait olacaktı.

1965'de Bell Telefon Laboratuvarlannda çalışan A. A. Penzias ve R. W. Wilson, gökyüzünün her kesiminden düzenli bir şekilde h afif radyo dalgaları geldiğini göstermeyi başardılar. Bu radyo dalgalarının kaynağı on beş milyar ışık yılı uzaklıktadır ve büyük patlamanın radyasyonu gibi görünmektedir. Bu bulgu, büyük patlamanın varlığına güçlü bir kanıt olarak kabul edildi.

Büyük patlamanın sonucu olarak evren sonsuza 48

dek genişleyecek midir? Bu olasılığı kısaca tartışaca

ğım ama şimdilik evrenin sonsuza dek gerçekten genişleyeceğini varsayalım. Bu durum bizi ne şekilde etkileyecektir? Evrenin sonsuza dek genişlemesi bir felaket oluşturabilir mi?

En azından görünüşe göre hayır. Gökyüzünde çıplak gözle gördüğümüz her şey, Macellan bulutlan ve Andromeda galaksisi dahil yerel grubun bir parçasıdır. Yerel grubun bütün parçalan yerçekimsel olarak birbirine bağlıdır ve evrendeki genel dağılma burada görülmemektedir.

Bu şu demektir ki, evren sonsuza dek genişlese de gökyüzünün teleskopsuz olarak görebildiğimiz kısmı değişmeyecektir. Başka nedenlerden dolayı başka değişiklikler olacaktır, ama yanm trilyondan fazla yıldız içeren yerel grubumuz genişlemeden kalacaktır.

Evren genişlemeye devam ederken, gökbilimciler yerel grubun dışındaki galaksileri gözlemlemekte giderek güçlük çekecek ve sonunda gözden kaybedeceklerdir. Bütün galaktik kümeler, artık bizi hiçbir şekilde etkileyemeyecek bir uzaklığa çekilecektir. O

zaman evren yalnızca bizim yerel grubumuzdan ibaret olacak ve şimdikinin elli milyarda birine inecektir.

Evrenin boyutlarındaki bu aşın küçülme bir fe laket meydana getirmeyecek midir? Belki doğrudan doğruya değil, ama ısıl ölümle başa çıkabilme yeteneğimizi etkileyecektir.

Küçük bir evrenin, gelişigüzel b ir süreçle, düşük entropili geniş bir gölge oluşturması ve evrenimizi başlatan kozmik yumurtayı meydana getirmesi olasılığı düşüktür. Bunun için yeterli kütle bulunmayacaktır. Bir benzetme yapacak olursak, yalnızca kendi bahçemizi kazarak altın madeni bulmamız olasılığı, tüm dünyayı kazarak altın madeni bulabilmemiz olasılığından çok çok düşüktür.

Böylece, evrenin sonsuz olarak genişlemesi, insan soyunun ısıl ölümden kurtulma olasılığını büyük oranda düşürmektedir; tabii, insanlık bu kadar uzun insanlığın geleceği

süre ayakta kalabilirse. Gerçekte, insan, bundan kurtulamayacağımızı düşünmektedir. Sonsuz genişleme nin ve ısıl ölümün bir araya gelmesi, en iyimser yo rumlamalara karşın, üstesinden gelemeyeceğimiz bir durumdur.

Üstelik hepsi bu kadar da değildir. Galaktik kümelerin birbirinden uzaklaşması evrenin özelliklerini değiştirip ısıl ölümden daha önce başka felaketler ya ratamaz mı?

Bazı fizikçilerin düşüncesine göre, yerçekimi, işbirliği içinde çalışan evrenin tüm kütlesinin bir ürünüdür, yalnızca tek tek cisimlerin değil. Evrenin top lam kütlesi ne kadar küçük bir hacim içinde toplanırsa, herhangi bir cismin ürettiği yerçekimi kuvveti de o kadar şiddetli olur. Benzer şekilde, kütle ne

kadar büyük bir hacim içine dağılırsa, herhangi bir cismin ürettiği yerçekimi kuvveti o kadar zayıftır.

Evren genişlediğinden,

evrenin kütlesi giderek

daha geniş bir hacme dağılmaktadır ve bu düşünce çizgisine göre, evrendeki çeşitli cisimlerin ürettiği yerçekimi alanlarının şiddeti yavaşça azalmaktadır.

Bu olasılık ilk koz 1937 de İngiliz fizikçisi Paul A. M.

Dirac (1902-

) tarafından ileri sürülmüştür.

Bu çok yavaş bir azalma olacaktır ve etkisi in sanlar tarafından milyonlarca yıl hissedilmeyecektir, ama etkiler zamanla birikecektir.

Örneğin güneş,

kendi yerçekim alanının gücüyle ayakta durmaktadır. Yerçekimi kuvveti zayıflarsa, güneş yavaşça genleşecek ve soğuyacaktır. Aynı şey diğer yıldızların başına da gelecektir. Güneşin yeryüzü üzerindeki çekimi zayıflayacak ve yeryüzünün yörüngesi dışarı doğru uzaklaşan bir sarmal halini alacaktır. Yeryü zünün kendisi de yerçekiminin zayıflamasıyla genle, şecektir. Gelecekte yeryüzü soğuyabilir ve biz donma durumuyla yüzyüze

gelebiliriz. Bu ve diğer etkiler, ısıl ölüme ulaşmadan önce bizi bir sona getirebilir.

Bununla birlikte, bilim adamları, şimdiye dek.

yerçekiminin zamanla zayıfladığı yolunda bir kanıt bulmakta başarılı olamamıştır.

Belki bu konuda konuşmak için vakit henüz çok erkendir ve şu ya da bu yönde emin olabilmemiz için birtakım kanıtlar gelmesini beklememiz gerekir. Ama ben, yerçekiminin zayıfladığı düşüncesinin savunulamayacağını hissetmekten kendimi alamıyorum. Eğer durum böyle olsaydı yeryüzü gelecekte soğuyacaktı ve aynı şekilde, geçmişte daha sıcak olmuş olması gerekirdi, ama bunu gösteren hiçbir işaret yok. Yine bana öyle görünüyor ki, geçmişe doğru gittikçe yer

çekimi alanlan giderek çok daha güçlü bir hale gelecek ve bu tahayyül edilemez derecede büyük yerçekimi alanının etkisindeyken, kozmik yumurta asla patlayamayacaktı. (')

Öyleyse, tersine kanıtlar buluncaya dek, evrenin sonsuz genleşmesinin, evrenin bizim bulunduğumuz bölgesinin özelliklerini değiştirmeyeceğini varsaymak akla yakın görünüyor. Dolayısıyla, genleşmenin, insanlığın

kurtulma olasılığının pek bulunmadığı ısıl ölümden önce bir felakete neden olması pek olası de

ğildir.

Büzülen Evren

Am a durun. Salt bugün genişliyor diye evrenin sonsuza dek genişleyeceğinden nasıl emin olabiliriz?

Yeryüzünden havaya doğru fırlatılan bir topu izlediğimizi varsayalım. Top, düzenli olarak yavaşlayan bir hızla yukarı doğru hareket ediyor.. Biliyoruz ki hızı sonuçta sıfıra inecek ve giderek hızlanarak aşağı doğru hareket etmeye başlayacak.

Bunun nedeni, yeryüzünün top üzerinde aman- 1

(1) Aslında, çok geçmeden göreceğimiz gibi, büyük patlamanın bugünkü yerçekimi kuvvetinin etkisi altında bile meydana gelip gelemeyeceği konusunda bir kuşku vardır.

sızca uyguladığı yerçekimi kuvvetidir. Yerçekimi kuvveti önce topun yukarı doğru olan hızım yavaşlatır, sonra aşağı doğru giderek artan bir hız verir. Topun yukarı fırlatılırken ilk hızı ne kadar büyük olursa, yerçekiminin bu ilk itiyi yenmesi de o kadar uzun zaman alacaktır. Top, durmadan önce daha yüksek bir noktaya erişecek ve yeniden düşmeye başlayacaktır.

öyleyse, top başlangıçta ne kadar hızla fırlatılırsa fırlatılsın yerçekiminin amansız etkisi altında sonunda duracak ve geri dönecektir. Aslında, «Y u karı attığın her şey geri gelir,» şeklinde bir halk deyişi de vardır. Eğer yerçekimi etkisi yukarı doğru çıktıkça sabit kalsaydı bu deyiş doğru olacaktı, ama durum böyle değildir.

Dünyanın yerçekimi kuvveti, dünyanın merkezine olan uzaklığın karesiyle orantılı olarak azalır. Yeryüzündeki bir cisim, merkezden kabaca 6.400 kilometre uzaktadır. Yeryüzünden 6.400 kilometre yukardaki bir cisim ise

yüzeydeki bir cisimden iki kat uzakta olacaktır. Bunun üzerine uygulanan yerçekimi kuvveti de yüzeydeki cisme uygulanan kuvvetin 1/4'ü olacaktır.

Bir cisim o denli hızla fırlatılabilir ki, yerçekimi etkisi çabucak azalır ve artık cismin hızını sıfıra indirebilecek kadar güçlü olamaz. Bu koşullar altında cisim geri dönmez, sonsuza dek dünyayı terk eder.

Bunun gerçekleşmesi için gereken en az hıza «kaçma hızı» denir. Kaçma hızı yeryüzü için saniyede 11,23 kilometredir.

Evrenin de bir kaçma hızına sahip olduğu düşünülebilir. Galaktik kümeler yerçekimsel olarak birbirlerine bağlıdır ama büyük patlamanın kuvveti sonucu, yerçekimine ters olarak birbirlerinden uzaklaşmaktadır. Bu demektir ki, yerçekiminin genişlemeyi yavaşlatacağına güvenebiliriz. Yerçekimi önce yavaş

yavaş etkileyecektir, sonra genişlemeyi durduracaktır. Bu bir kez meydana gelince, galaktik kümeler 52

kendi çekimlerinin kuvvetiyle birbirlerine yaklaşacak ve evren büzülmeye başlayacaktır. Bununla birlikte, galaktik kümeler birbirlerinden uzaklaştıkça komşu, ları üzerindeki çekim gücü azalmaktadır. Eğer genişleme yeterince hızlı meydana geliyorsa çekim kuvveti büyük bir oranda azalacak ve genişlemeyi durdurmayı başaramayacaktır. Duruşun gerçekleşmesini önlemek için gereken en az genişleme oranı evrenin kaçma hızıdır.

Eğer galaktik kümeler kaçma hızından daha büyük bir hızla birbirlerinden aynlıyorlarsa, bu ayrılış

sonsuza dek sürecek ve evren, ısıl ölüme varana dek genişleyecektir. Evren, kitabın başında söz ettiğimiz türden bir «açık evren» haline gelecektir. Eğer galaktik kümeler kaçma hızından daha küçük bir hızla birbirinden aynlıyorsa, genişleme sonunda duracaktır. Bir büzülme meydana gelmeye başlayacak ve evren kozmik yumurtayı yeniden oluşturacaktır. Kozmik yumurta da tekrar patlayacaktır. Bu, bir «kapalı evren» olacaktır (kimi zaman «salınım yapan evren» olarak adlandırılır).

Öyleyse soru, evrenin, kaçma hızından daha büyük bir hızla genişleyip genişlemediğidir. Genişleme hızını biliyoruz. Eğer kaçma hızının değerini de bilseydik sorunun yanıtını elde edecektik.

Kaçma hızı, galaktik kümelerin birbirleri üzerindeki yerçekimsel etkilerine bağlıdır. Bu da, her bir galaktik kümenin kütlesiyle kümeler arasındaki uzak, lığa bağlıdır.

Elbette galaktik kümelerin boyutları farklıdır ve bazı komşu kümeler diğerlerinden çok daha uzaktadır.

Dolayısıyla, yapabileceğimiz şey, galaktik kümelerdeki tüm maddenin evrene düzgün bir şekilde da

ğıldığım varsaymaktır. O zaman evrendeki maddenin ortalama yoğunluğunu belirleyebiliriz. Maddenin ortalama yoğunluğu ne kadar büyük olursa kaçma hızı da o kadar büyüktür ve genişlemenin durup er ya da geç büzülmeye dönüşmesi olasılığı da o kadar fazladır.

Şimdilik yaklaşık olarak söyleyebileceğimiz şey şudur: Eğer evrenin ortalama yoğunluğu, rahat bir oturma odasına eşit bir hacimde 400 hidrojen atomuna eşdeğer miktarda madde bulunacak kadarsa, bu, şimdiki genişleme hızına göre dağılmayı önleyecek kadar büyük bir yoğunluktur.

Ne var ki, şimdiye dek bildiğimiz kadarıyla, e v renin gerçek ortalama yoğunluğu bunun yüzde biridir. Bazı dolaylı kanıtlara göre, evrendeki döteryum (hidrojenin ağır bir tipi) miktarı da dahil olmak ü«e-re, ortalama yoğunluğun bundan çok fazla olamayacağından gökbilimcilerin çoğu

emindir. Eğer durum böyleyse, gaiaktik kümelerin birbirleri üzerindeki çekim kuvveti, evrenin genişlemesini durdurmaya yetmeyecek kadar zayıftır. Dolayısıyla, evren, açık bir evrendir ve genişleme ısıl ölüme dek sürecektir.

Şu var ki, evrenin ortalama yoğunluğundan kesinlikle emin değiliz. Yoğunluk, kütlenin hacme oranına eşittir ve evrenin verilen bir bölgesinin hacmini bilmemize karşın, aynı bölgenin kütlesinden o kadar emin değiliz.

Galaksilerin kendi kütlelerini hesaplamak için yöntemlerimiz var, ama galaksilerin uzak eteklerine ve galaksiler arasına dağılmış olan yıldızların, tozun ve gazın kütlesini ölçmekte başarılı değiliz. Galaksi dışındaki maddelerin kütlelerini büyük ölçüde yanlış tahmin ediyor olabiliriz.

Gerçekten de, 1977'de uzaydan gelen X-ışınlarını inceleyen Harvardlı gökbilimciler, bazı gaiaktik kümelerin galaksilerin beş ya da on katı kütleye sahip yıldız ve toz halkalarıyla çevrelendiklerini bildirmiştir. Bu tür halkalar, eğer yaygınsa, evrenin kütlesini önemli derecede arttırır ve açık bir evren olasılığını pek belirsiz bir hale getirirler.

Evrenin çok daha büyük bir kütleye sahip olabileceğinin bir işareti gaiaktik kümelerin kendilerinde yatmaktadır. Tek tek galaksilerin kütleleri temel alınarak gaiaktik kümelerin kütlelerinin hesaplandığı 54

pek çok halde, kümeyi b ir arada tutmak için yeterli miktarda çekim bulunmadığı ortaya çıkmaktadır. Tek tek galaksilerin ayrılması ve dağılması

gerekmektedir, çünkü kümenin görünüşteki kaçma hızına göre bunlar daha hızlı hareket etmektedir. Am a bu galaktik kümeler yerçekimsel olarak birbirlerine bağlı görünmektedir. Bundan çıkan doğal sonuç odur ki gökbilim ciler kümelerin kütlelerini eksik tahmin etmektedir.

Kısacası, kanıtların ağır bir şekilde açık bir evrenin lehinde olmasına karşın, bu yöndeki olasılıklar bir miktar azalmaktadır. Evrenin kapalı ve salınım yapan bir evren haline gelmesi için yeteri kadar madde bulunduğu düşüncesi, hâlâ zayıf olmasına karşın giderek güçlenmektedir. t1)

A m a büzülen bir evren mantıklı mıdır? Bu, bütün galaksilerin birbirine yaklaşmasına ve sonunda düşük entropili kozmik yumurtanın meydana gelmesine neden olacaktır. Böyle bir durum termodinami

ğin ikinci yasasının çiğnenmesi anlamına gelmez mi?

Evet, bu bir karşı çıkmadır ama bunu yasanın çiğnenmesi olarak görmek zorunda değiliz.

Termodinamiğin ikinci yasası, daha önce söyledi

ğim gibi, yalnızca yaygın bir deneyimin genelleştirilmesidir. Evreni hangi koşullar altında incelersek inceleyelim, ikinci yasa asla çiğnenmemektedir. Biz de buradan hareket ederek bunun asla çiğneneme-yeceği sonucuna varıyoruz.

Bu sonuç çok uzaklara varabilir. Her şeyden önce, gözlem yaptığımız yerleri ve deney koşullarını nasıl değiştirirsek değiştirelim değiştiremediğimiz bir (1) Yine kişisel bir düşüncemi söylememe izin verirseniz, gelecek bölümde açıklayacağım nedenlerden dolayı açık bir evrenin mümkün olamayacağını

hissediyorum. Hissediyorum ki, eğer sabırlı olursak, gökbilimciler kayıp kütleyi ya da gerekli diğer özellikleri bulacaklar ve kapalı bir evreni kabul edeceklerdir.

şey var. Yeryüzünden, saptayabildiğimiz en uzak g a laksiye kadar yaptığımız bütün gözlemler ve düzenlediğimiz bütün deney koşulları, genişleyen bir e v rende gerçekleşmektedir. Dolayısıyla yapacağımız genelleme şöyle olacaktır: Termodinamiğin ikinci y a sası, genişleyen bir evrende asla çiğnenemez.

Gözlemlerimize ve deneylerimize dayanarak entro.

piyle büzülen bir evren arasındaki bağıntıya ilişkin hiçbir şey söyleyemeyiz. Şunu varsaymakta tümüyle özgü rü z: Evrenin genleşmesi yavaşladıkça entropinin artması daha az zorlayıcı olacaktır; yani, evrenin büzülmesi başlayınca entropi de azalmaya başlayacaktır.

Öyleyse, kapalı bir evrende, genişleme evresinde entropinin genellikle artacağını ve büyük bir olasılıkla ısıl ölüme varmadan önce bir değişiklik olaca

ğını ve büzülme sırasında da entropinin azalacağını düşünebiliriz. O zaman evren, duyarlı b ir saat gibi, çökmeden önce yeniden kurulacak ve bu şekilde sonsuza dek sürecektir. A m a evren ısıl ölüme uğramadan çevrimsel

bir şekilde sonsuza dek süreceği için yaşamın da sonsuza dek süreceğinden emin olabilir miyiz? Çevrim sırasında yaşamın imkânsız olacağı bazı dönemler meydana gelemez mi?

Örneğin, kozmik yumurtanın patlaması yaşam için hiç de uygun görünmüyor. Yalnızca kozmik yumurtadan ibaret olan tüm evren, patlama sırasında trilyonlarca derece sıcaklıktadır ve patlamadan sonra maddenin soğuyarak galaksileri, gezegen sistemlerini ve uygun gezegenler üzerinde yaşamı meydana getirmesi için belli bir zaman geçmesi gereklidir.

Büyük patlamadan bir milyar yıl sonrasına kadar galaksiler, yıldızlar, gezegenler ve yaşam meyda na gelmeyebilir. Büzülme sırasında, evren tarihinin tersine döndüğünü varsayarsak, kozmik yumurtanın oluşumunun bir milyar yıl öncesinden itibaren ya

şamın, gezegenlerin, yıldızların ve galaksilerin varlığı mümkün olmayacaktır.

Böylece, çevrimin iki milyar yıllık bir dönemi (kozmik yumurtadan bir milyar yıl öncesi ve bir m ilyar yıl sonrası) yaşam için elverişli değildir. Bu dönemden sonra her çevrimde yeniden yaşam meydana gelebilir, ama bu yaşamın bir önceki çevrimde var olan yaşamla bir ilgisi olmayacaktır.

Düşünün: Evrende en aşağı bir trilyon yıldız vardır. Bütün bu yıldızlar on beş milyar yıldır durmaksızın evrene enerji akıtmaktadır. Bu enerji neden bunca

zamandır evrendeki soğuk cisimleri ısıtamamıştır?

Bunun gerçekleşmemesinin iki nedeni vardır. Birincisi; bütün galaktik kümeler, genleşen bir evrende birbirlerinden ayrılmaktadır. Bu demektir ki, herhangi bir galaktik kümeye diğerlerinden gelen ışık, çe

şitli derecelerde kızıl kaymasına uğramaktadır. Dalga boyu uzadıkça ışığın enerjisi azaldığından, kızıla kayma enerjinin azalması demektir. Dolayısıyla, galaksilerin yayınladığı radyasyon sanılandan daha az enerjiktir.

İkincisi; evren genişledikçe mevcut uzay artmaktadır. Aslında uzay, içine akan enerjiden daha büyük bir hızla daha hacimli bir hale gelmektedir. Dolayısıyla, ısınmayı (bırakın, evrenin sıcaklığı büyük patlamadan beri giderek azalmaktadır.

Şimdiki sıcaklığı, genelde mutlak sıfırın 3 derece üstündedir.

Elbet büzülen bir evrende durum tersine dönecektir. Bütün galaktik kümeler birbirine yaklaşıyor olacak ve bu, herhangi bir galaktik kümeden gelen ışığın mor kaymasına uğraması ve daha enerjik hale gelmesi demek olacaktır. Yine, evren içindeki mevcut uzay hızla azalacağından, radyasyon, uzayı beklenenden daha büyük bir hızla dolduracaktır. Dolayısıyla, büzülen bir evren giderek daha sıcak bir hale gelecek ve söylediğim gibi, kozmik yumurtanın oluşumundan bir m ilyar yıl önce yaşamın var olamayacağı kadar sıcak olacaktır.

İkinci kozmik yumurtanın meydana gelmesinden önce ne kadar zaman geçecektir?

Bunu söylemek imkânsızdır. Bu, yine evrenin toplam kütlesine bağlıdır. Kütlenin, kapalı bir evreni g a ranti edebilecek kadar büyük olduğunu var sayalım.

Kütle, gerekli minimum değerden ne kadar büyük olursa evrenin genel yerçekimi kuvveti de o kadar büyük olacak, bugünkü genişleme daha çabuk duracak ve evrenin tümü, kozmik yumurta halinde daha çabuk toparlanacaktır.

Şimdiki toplam kütleye ilişkin rakam çok küçük olduğundan, bu rakam kapalı bir sistemi sağlayacak bir değere yükseltilse bile bu iş güç bela gerçekleştirilecektir. Bu demektir ki, evrenin genişleme hızı çok yavaş bir şekilde azalacak ve yeniden büzülmeye başlaması çok uzun zaman alacaktır.

Biz bugün göreceli olarak kısa bir hızlı genişleme dönemi yaşıyoruz. Bir gün gelecek göreceli olarak kısa bir hızlı büzülme dönemi yaşayacağız. Bunların her biri yalnızca birkaç düzine milyar yıl sürecek ve ikisinin arasında çok uzun süreli hemen hemen statik bir evren dönemi yer alacaktır.

Basit bir tahminle, evrenin durmasının ısıl ölüm süresinin yarı yolunda meydana gelebileceğini düşünebiliriz. Diyelim ki yarım trilyon yıl. İkinci kozmik yumurtanın meydana gelmesinden önce de bir yarım trilyon yıl geçecektir. Bu durumda insanlar, eğer e v ren açıksa bir trilyon yıl boyunca ısıl ölümün meydana gelmesini, yok 'kapalıysa yine bir trilyon yıl boyunca ikinci kozmik yumurtayı bekleyeceklerdir.

Her ikisi de sonuçta birer felakettir, ama kozmik yumurta daha dehşetli, daha kaçınılmaz ve daha çok Vahiy Kitabında ve Ragnarok'da anlatıldığı gibidir.

İnsanlar birincisini tercih edebilir ama sanırım ger

çekleşecek olan İkincisidir, i1) (1) Ne var ki bilimkurgu yazan Poul Anderson Tau Zero adlı romanında kozmik yumurtanın oluşumuna ve patlamasına tanık olan ve bundan kurtulan bir uzay gemisinden ve mürettebatından hayli inandıncı ayrıntılarla söz eder.

4 / YILDIZLARIN ÇÖKÜŞÜ

Yerçekim i

Isıl ölüm ve kozmik yumurta gibi felaket seçeneklerini düşünürken evreni bir bütün olarak ele aldık ve onu küçük madde parçacıklarıyla dolu pürüzsüz bir deniz gibi kabul ettik. Madde, ısıl ölüme doğru genişlerken entropi kazanıyor,

kozmik yumurtaya

doğru büzülürken entropi kaybediyordu. Aynca, evrenin bütün bölgelerinin aynı zamanda aynı yazgıya bağlı olduğunu varsaydık.

Gerçek şudur ki, çok uzak bir mesafeden ve genel bir' şekilde bakılmadıkça evren hiç de pürüzsüz değildir; içinde pek çok iri cisimler vardır.

İlkin, evren en aşağı on milyar trilyon yıldız içerir ve b ir yıldızdaki ya da çevresindeki koşullar bir başka yıldızınkinden çok farklıdır. Dahası, bazı bölgelerde yıldızlar yoğun bir halde bulunurken, bazı bölgelerde seyrek bir şekilde dağılmışlardır. Evrenin bir kısmındaki olayların diğer bir kısmındaki olaylardan gayet farklı olması olasılığı fazladır. Örneğin, evren bir bütün olarak genişlerken bazı bölgeleri büzülmektedir. Bu olasılığı dikkate almamız gerekir, çünkü davranıştaki bu farklılık başka tür bir felakete neden olabilir.

Kabaca altı trilyon trilyon kilogram kaya ve metalden meydana gelmiş olan yeryüzüyle işe başlayalım. Yeryüzünün oluşum biçimi büyük oranda bu

kütlenin yarattığı yerçekimi etkisiyle yönlendirilmiştir. Yerçekimi etkisiyle yeryüzü malzemesi merkeze doğru sıkıştırılmıştır. Yeryüzünün her bir parçası bir başka parça tarafından yolu tıkanıncaya dek merkeze doğru hareket etmiştir. Yeryüzünün her bir par

çası merkeze o kadar yaklaşmıştır ki, sonuçta gezegenin potansiyel enerjisi enaza inmiştir.

Bir kürede, çeşitli bölgelerin merkeze uzaklığı, 59

ortalama olarak, diğer geometrik şekillere oranla daha azdır; bu yüz-den yeryüzü küre şeklindedir. (Güneş, ay ve diğer büyük gökcisimleri de böyledir.) Dahası, yerçekimiyle küre şeklini almış olan dünya maddesi sıkı bir şekilde istiflenmiştir. Kendisini meydana getiren atomlar birbirine temas etmektedir.

Aslında, giderek derine indiğimizi düşünürsek, altta, ki atomlar üst tabakaların ağırlığıyla iyice basılmıştır. Bu ağırlık yerçekimi etkisini temsil eder.

Bununla birlikte, dünyanın merkezindeki atomlar bile, büyük bir basınç altında bulunmalarına kar

şın bütünlüklerini yitirmeden

kalabilmektedir. Bütünlüklerini yitirmediklerinden yerçekimine direnirler. Yeryüzü artık çökmeden 12.750 kilometre çapında bir küre olarak kalacaktır ve kendi haline bırakılırsa bu durumunu sonsuza dek sürdürecektir.

Ancak, yıldızları aynı şekilde düşünemeyiz, çünkü dünyanın on bin ile on milyon katına varan kütlelere sahiptirler ve bu durum bir farklılık yaratır.

Örneğin, yeryüzünün 330.000 katı bir kütleye sahip olan güneşi düşünelim. Güneşin yerçekimi kuvveti yeryüzünün yerçekimi kuvvetinden 330.000 kez daha büyüktür ve onu bir küre haline getiren kuvvet de bu denli güçlüdür. Güneşin merkezindeki atomlar bu devasa çekimin altında parçalanıp ezilmiştir.

Böyle bir durum gerçekleşebilir, çünkü atomlar, on dokuzuncu yüzyılda düşünüldüğü gibi, küçücük bilardo toplarına

benzemezler.

Çok küçük kütleli

elektron dalgası kabuklarıyla, bu kabukların merkezinde bulunan bir çekirdekten meydana gelmiştir

atomlar. Kütlelerinin önemli bir bölümü çekirdeklerinde toplanmıştır. Ancak, bozulmamış bir atomda çekirdeğin çapı atomun tüm çapının 1/100.000'idir.

Bir atom, daha çok, merkezinde görünmeyen metal bir zerrecik bulunan bir ping-pong topu gibidir.

Böylece, güneşin merkezinde bulunan atomların elektron kabukları üst tabakaların baskısı altında parçalanmış ve çekirdekler

serbest kalmıştır. İzole

edilmiş çekirdekler ve küçük elektron kabuğu parçalan bozulmamış atomlardan çok daha küçüktür, öyle ki, güneş kendi yerçekimi etkisiyle şaşılacak derecede küçük boyutlara büzülebilir, ama durum böyle değildir.

Bu büzülme gerçekleşmez, çünkü güneş (ve diğer yıldızlar da) bol miktarda hidrojenden meydana gelmiştir. Hidrojen atomunun merkezindeki hidrojen çekirdeği «proton» adı verilen ve pozitif elektrik yükü taşıyan tek bir alt atomik parçacıktır. A tom lar,b ir kez parçalanınca çıplak protonlar serbestçe hareket eder ve elektron kabuğuyla çevrili oldukları duruma göre birbirlerine daha çok yaklaşır. Aslında protonlar yalnızca birbirlerine yaklaşmakla kalmaz, büyük bir kuvvetle çarpışır da. Çünkü güneşi meydana getiren maddeler birbirlerine yaklaştıkça güneşin yer

çekimi kuvveti büyük bir ısıya dönüşür, Böylece güneşin merkezindeki sıcaklık 15 milyon derece civarındadır.

Protonlar bazı çarpışmalarda birbirlerine yapı

şır ve bir «nükleer reaksiyon» başlatırlar. Böyle bir nükleer reaksiyon sürecinde bazı protonlar elektrik yükü kaybederler ve nötron haline gelirler. Sonuçta, iki protonla iki nötrondan meydana gelen bir çekirdek oluşur. Bu çekirdek helyum atomunun çekirde

ğidir.

Bu süreç (hidrojen bombasında da aynıdır) muazzam miktarda ısı üretir. Bu ısı güneşi akkor halinde bir gaza dönüştürür ve bu durum çok, çok uzun bir süre devam eder.

Yeryüzünün büzülmesi bozulmamış atomların direnciyle önlenirken, güneşin büzülmesi, içinde meydana gelen nükleer reaksiyonların ürettiği ısının genleştirici etkisiyle önlenir. Aradaki fark şudur: Yeryüzü, bozulmayan atomları dolayısıyla boyutlarını koruyabilirken, güneş bunu başaramaz. Güneşin boyutları, merkezinde sürekli ısı üretilmesine bağlıdır. Isı üretimi ise bir dizi nükleer reaksiyona dayanır. Bu 61

da hidrojene bağlıdır, çünkü hidrojen bu tür reaksiyonların yakıtıdır.

Ama hidrojen miktarı sınırlıdır. Bir süre sonra güneşin (ya da herhangi bir yıldızın) hidrojeni kritik bir miktarın altına inecektir. Nükleer reaksiyon hızı ve dolayısıyla enerji azalacaktır. Güneşi (ya da herhangi bir yıldızı) şişkin tutmaya yetecek kadar ısı bulunmayacak ve güneş büzülmeye başlayacaktır. Bir yıldızın büzülmesinin önemli yerçekimsel sonuçları vardır.

İki cisim arasındaki yerçekimi kuvveti, bu iki cismin merkezleri arasındaki uzaklık azaldıkça büyür; aslında uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak.

Eğer yeryüzünden

belli bir uzaklıktaysanız ve bu uzaklığın yarısına gelirseniz, dünyanın sizin üzerinizdeki yerçekimi kuvveti 2 X 2 ya da 4 kez artar.

Eğer bu uzaklığı on altıda bire bölerseniz, yerçekimi kuvveti 16 x 16 ya da 256 kez artar.

Şimdi yeryüzündesiniz ve dünyanın sizin üzerinizdeki yerçekimi kuvveti dünyanın kütlesine, sizin kütlenize ve dünyanın merkezinden 6.378 kilometre uzakta bulunmanız gerçeğine bağlıdır. Dünyanın kütlesini değiştiremezsiniz, kendi kütlenizi de değiştirmeyi isteyemezsiniz, ama yeryüzünün merkezine olan uzaklığınızı değiştirdiğinizi

tahayyül ederseniz ne

olur?

Örneğin, yeri delerek (hayali olarak) dünyanın merkezine yaklaşabilirsiniz. Dünyanın merkezine yaklaştıkça üzerinize etki yapan yerçekimi kuvvetinin arttığını düşünebilirsiniz.

Doğru değil! Yerçekiminin uzaklığa bağlı oluşu, ancak çekiminde bulunduğunuz cismin dışındaysanız geçerlidir. Ancak o zaman cismin tüm kütlesinin m erkezde toplanmış olduğunu düşünebiliriz.

Eğer dünyanın içine girerseniz, sizi ancak dünyanın merkeze sizden daha yakın olan kısmı çekecektir. Dünyanın sizin üstünüzde kalan kısmının yer çekimine katkısı olmaz. Sonuç olarak, dünyanın içi

ne girdikçe üzerinizdeki

yerçekimi kuvveti azalır.

Eğer dünyanın tam merkezine varsaydınız, üzerinizde merkeze doğru hiçbir çekim kuvveti bulunmayacaktı, çünkü merkeze sizden daha yakın hiçbir kütle kalmayacaktı.

Merkezde, sıfır yer çekimine maruz kalacaktınız.

Bununla birlikte, dünyanın, kütlesini yitirmeden, şimdiki yarıçapının yarısına büzüldüğünü varsayalım. Eğer siz uzaktaki bir uzay gemisinde bulunsaydınız, bu durum sizi etkilemeyecekti. Dünyanın kütlesi, tıpkı sizin kütleniz ve dünyanın merkezine olan uzaklığınız gibi, değişmeden kalacaktı. Dünya ister gençleşsin, ister büzülsün sizin üzerinizdeki yerçekimi kuvveti değişmeyecekti. Ancak, dünya genleştiği zaman sizi içine alırsa, bu durumda üzerinizdeki yer

çekimi kuvveti azalacaktı.

Şimdi dünyanın yüzeyinde durduğunuzu ve büzülme süreci boyunca burada kaldığınızı düşünün.

Dünyanın ve sizin kütleniz aynı kalacak ama dünyanın merkezine olan uzaklığınız bir 2 çarpanı kadar azalacaktı. Hâlâ dünyanın yüzeyinde durduğunuzdan ve dünyanın tüm kütlesi merkezle sizin aranızda bulunduğundan, dünyanın sizin üzerinizdeki çekim kuvveti 2 x 2 ya da 4 kez artacaktı. Diğer bir deyişle, dünyanın yüzeyindeki çekim kuvveti büzülmeyle birlikte artacaktı.

Eğer dünya kütlesini yitilmeden büzülmeye devam etseydi ve siz de sürekli yüzeyde bulunsaydı-

mz, üzerinizdeki yerçekimi kuvveti giderek artacaktı.

Eğer dünya tüm kütlesiyle birlikte sıfır çaplı bir noktaya büzülseydi ve siz de bu noktanın üzerinde bulunsaydınız, size etki yapan yerçekimi kuvveti sonsuz olacaktı.

Bu durum, ne kadar küçük ya da ne kadar büyük olursa olsun, kütlesi olan bütün cisimler için doğrudur. Siz ya da ben ya da bir proton, giderek sıkıştmlsaydı'k, sizin ya da benim ya da protonun yüzeyindeki yerçekimi kuvveti sonsuza dek büyüye-63

çekti. Ve siz ya da ben ya da bir proton, sıfır çaplı bir noktaya indirgenseydik

(kütlelerimizi korumak

koşuluyla) yüzeydeki çekim her durumda sonsuz olacaktı.

Kara Delikler

Elbette şimdiki koşullarda kaldığı sürece yeryüzünün daha küçük boyutlara büzülme olasılığı yoktur. Dünyadan daha büyük cisimler bile; örneğin

kütlesi dünyanın kütlesinin 318 katı olan Jüpiter, kendi hallerine bırakıldıkları sürece asla büzülmeyecek-lerdir.

Yıldızlar ise sonunda büzülecektir. Bunlar gezegenlerden çok daha fazla kütleye sahiptir ve nükleer yakıtları belli bir kritik noktanın altına düşüp yer

çekimine karşı koyacak ısıyı üretemez hale gelince, üzerlerindeki yerçekimi onları büzüştürecektir. Büzülmenin hangi boyutlarda olacağı büzülen cismin yerçekimi kuvvetine ve dolayısıyla kütlesine bağlıdır.

Eğer cisim yeterince kütleliyse, bildiğim iz kadarıyla bunun bir sınırı yoktur ve cisim sıfır hacme kadar büzülebilir.

Yıldız büzülürken, yerçekimi alanının şiddeti oldukça uzak mesafelerde değişmez ama yüzeyindeki çekim sınırsız artar. Bunun bir sonucu olarak, yıldız büzüldükçe kaçma hızı büyür. Yıldız büzüldükçe ve yüzeyindeki çekim arttıkça bir cismin yıldızdan kurtulması güçleşir.

Şu anda güneşin yüzeyinden kaçma hızı saniyede 617 kilometredir. Bu, yeryüzünden kaçma hızının yaklaşık 55 katıdır. Yine de bu hız maddenin güneşten kaçabileceği kadar küçüktür. Güneş (ve diğer y ıldızlar) sürekli olarak her yönde yüksek hızlı alt atomik parçacıklar yaymaktadır.

Eğer güneş büzülseydi, yüzeyindeki çekim artacak ve kaçma hızı saniyede on binlerce, hattâ yüz 64

binlerce kilometreye çıkacaktı. Sonuçta kaçma hızı saniyede 300.000 kilometreye erişecekti ki bu, ışık hızıdır.

Bir yıldız (ya da herhangi bir cisim) büzüldüğü zaman kaçma hızı ışık hızına eşit olunca «Schvvarzschild y a rıça p ın a erişmiş olur. Buna bu ismin verilmiş olması bu konunun ilk kez Alman gökbilimcisi Kari Schwarzschild (1873-1916) tarafından tartışılmış

olmasındandır. Yine de sorunun tam bir kuramsal incelemesi 1939 yılına, Amerikalı fizikçi J. Robert Op-penheimer'a (1904-67) kadar yapılmamıştır.

Yeryüzü 1 santimetre yarı çapma büzülseydi Schwarzschild yarıçapına erişmiş olacaktı. O zaman yeryüzü şimdiki kütlesini içeren 2 santimetre çapında bir bilya olacaktı. Güneş ise, 3 kilometrelik bir yarı

çapa büzülmekle

Schwarzschild yarıçapına erişmiş

olacaktı.

Kütlesi olan hiçbir şey ışık hızından daha hızlı yol alamaz. Herhangi bir cisim Schwarzschild yarı

çapına büzüldüğü zaman, hiçbir şey bu cisimden ka

çamaz. (') Bu büzülmüş cismin üzerine düşen hiçbir cisim artık buradan kurtulamaz. Dolayısıyla, büzülmüş cisim uzayda sonsuz derinlikte bir kuyu gibidir.

Işık bile kaçamadığından

bu cisimler kapkaradır.

Am erikalı fizikçi John Archibald W heeler (1911-

)

bu cisimlere ilk kez «kara delik» adını vermiştir. (J) Öyleyse, görünüşe göre, yıldızların yakıtı bittiği zaman,

Schvvarzschild yarıçapına büzülecek kadar büyük bir yerçekimi alanına sahipseler, kara delikler meydana gelecektir. Bu, tek yönlü bir süreç gibi görünmektedir. Kara delik bir kez oluştuğu zaman bir (1) Son zamanlarda ortaya çıktığına göre bu tümüyle doğru değildir. Daha sonra açıklayacağım.

(2) İşin tuhafı, ta 1798'de Fransız gökbilimcisi Pierre Simon de Laplace (1749-1827) üzerinden hiçbir şeyin, hattâ ışığın bile kaçamayacağı son derece kütleli bu cisimlerin olasılığından söz etmiştir.

daha bozulmaz. Bir kez meydana geldiği zaman, daha sonra tartışacağım bir durum dışında, sürekli kalır.

Dahası, kara deliğe yaklaşan bir cisim ona yakalanıp kalmak zorundadır. Kara deliğe yaklaşan bir cisim onun etrafında bir spiral çizip içine düşüyor olabilir. Bir kez yakalanınca da artık kurtulamaz, öyleyse, görünüşe göre, kara delik kütle kazanabilir ama kaybetmez.

Eğer bir kara delik bir kez meydana geldiği zaman bir daha kaybolmuyorsa, evren yaşlandıkça kara deliklerin sayısı artmalıdır. Dahası, kara deliklerin giderek büyüyor olmaları gerekir. Giderek artan ve büyüyen kara deliklerle her yıl evrenin daha büyük bir kesimi kara deliklere düşüyor olmalıdır ve sonuçta evrendeki tüm cisimler şu ya da bu kara deliğe yakalanacaktır.

Eğer açık bir evrende yaşıyorsak, sonumuz yalnızca entropinin doruk noktası ve ısıl ölüm değildir.

Bunun yerine, öyle görünüyor ki, evren uzak bir gelecekte bir takım muazzam kara delikler halinde en çök entropiye ulaşacaktır. Doğrusu, bu şimdi açık bir evreni bekleyen en olası bir gelecek gibidir.

Kara deliklerin yerçekimi enerjileriyle büyük mik.

tarlarda iş yapabileceğimizi düşünmek için birtakım kuramsal nedenler vardır. İnsanlar, artık maddeleri kara deliklere atabilirler ve bu süreç esnasında meydana gelen radyasyonu kullanabilirler.

Eğer artık

madde kalmazsa kara deliğin dönme enerjisinden yararlanılabilir. Bu şekilde, aynı kütledeki alelade bir yıldıza oranla kara delikten daha fazla enerji çıkartı-

labilir ve insanlar kara deliklerin bulunmadığı bir evrene göre daha uzun süre var olabilir.

Bununla birlikte, sonunda termodinamiğin ikinci yassısı gerçekleşecektir. Bütün maddeler kara deliklere yakalanacak ve kara delikler de artık dönmeyecektir. Bundan sonra kara deliklerden iş elde edilemeyecek ve azami entropi hüküm sürecektir, ö y le görünüyor ki, kara deliklerin mevcut olmasıyla ısıl 66

ölümden kaçmak daha güçleşecektir. Raslantısal olarak meydana gelen düşü'k entropili bölgeleri hayal etmek artık pek kolay olmayacaktır ve yaşamın bu son felaketten nasıl kurtulabileceğini anlamak güçtür.

Peki kara deliklerin kapalı bir evrendeki durumu ne olacaktır?

Evrenin toplam kütlesini ve boyutlannı düşünecek olursak, kara deliklerin sayıca artması ve büyümeleri yavaş bir süreç olabilir. Evrenin şimdi 15 m ilyar yaşında olmasına karşın kara delikler bir olasılıkla evrenin küçük bir

kesimini meydana getiriyorlardır. (’) Yarım trilyon yıl sonra geriye dönüş başladığı zaman bile kara delikler toplam kütlenin pek az bir bölümünü meydana getiriyor olabilir.

Bununla birlikte, evren bir kez büzülmeye başladığında, kara delik felaketi güç kazanacaktır. Evrenin genişleme döneminde meydana gelmiş olan kara delikler büyük bir olasılıkla galaksilerin merkezlerine sıkışıp kalmıştır. Am a şimdi gala'ktik kümeler birbirine yaklaştıkça ve evrenin enerjik radyasyonu zenginleştikçe, kara deliklerin sayıca artacaklarından ve büyük bir hızla büyüyeceklerinden emin olabiliriz. Son evrelerde galaktik kümelerle birlikte kara delikler de bir araya gelecek ve kozmik yumurta evrensel bir kara delik olup çıkacaktır.

Am a kara delikten hiçbir şey ayrılamazsa, evrenin büzülmesiyle meydana gelmiş olan kozmik yumurta nasıl patlayacak ve yeni bir evren oluşturacaktır? 15 milyar yıl önceki kozmik yumurta şimdi yaşadığımız evreni

meydana getirmek üzere nasıl

patladı? 1

(1) Bundan tümüyle emin olamayız. Kara delikleri saptamak hemen hemen imkânsızdır ve pek çoğu dikkatimizden kaçmış olabilir. Evrenin kapalı bir evren olması için gerekli «kayıp kütleyi» bu kara delikler meydana getiriyor olabilir. Bu durumda kara delikler evrenin yüzde 50 ile 90’ını oluşturuyorlardır.

Bunun nasıl olabildiğini anlayabilmemiz için bütün kara deliklerin eşit yoğunluğa sahip olmadığını kabul etmemiz gerek. Bir cismin kütlesi ne kadar fazlaysa yüzeyindeki yerçekimi ve kaçma hızı da o kadar büyüktür.

Daha önce söylediğim gibi, güneşin Schwarzschild yarıçapı 3 kilometre olacaktı. Eğer güneşin üç katı kütleye sahip bir yıldız Schwarzschild yarıçapına büzülecek olursa, bu yarıçap 9 kilometreye eşit olacaktır.

Yarıçapı 9 kilometre olan bir kürenin hacmi, yarıçapı 3 kilometre olan b ir küreye göre 3 x 3 x 3 ya da 27 kez büyük olacaktır. 27 kat büyük olan hacimde kütle üç kat büyük olacaktır. Böylece, büyük kara deliğin yoğunluğu küçük kara deliğin 3/27 si ya da 1/9'udur.

Genel olarak, kara delik ne kadar kütleliyse o kadar az yoğundur.

Güneşin 150 milyar katı kütleye sahip olan Samanyolu Galaksisi bir kara delik haline gelseydi, Schwarzschild yarıçapı 450 milyar kilometre ya da 1/20 ışık yılı olacaktı. Böyle bir kara deliğin ortalama yoğunluğu üstümüzdeki havanın 1/1000 i olacaktı. Bu bize gayet güzel bir boşluk gibi görünüyor ama bu, yine de hiçbir şeyin kaçamadığı bir kara deliktir.

Evreni, kapalı bir evren haline getirecek kadar madde bulunsaydı ve bütün bu madde bir kara deliğe sıkıştırılmış olsaydı, bu kara deliğin Schwarzschild yarıçapı 300 milyar ışık yılı kadar olacaktı!

Böyle bir kara delik bilinen tüm evrenden daha büyük bir hacme sahip olacaktı ve yoğunluğu evrenin bugün sanılan yoğunluğundan çok düşük olacaktı.

Bu durumda evrenin büzüldüğünü düşünelim.

Her galaksinin kütlesinin çoğunu kara deliğe kaptırdığını varsayalım, öyle ki, büzülen evren, kütlelerine bağlı olarak 1/500 ile 1 ışık yılı çapma sahip yüz milyar ya da daha fazla kara delikten meydana gelsin. Bu kara deliklerin hiçbirinden madde kaçamaz.

Ama büzülmenin son evrelerinde bütün bu kara delikler birbirleriyle karşılaşır ve evrenin kütlesiyle tek bir kara delik meydana getirecek şekilde birleşir, ler. Schvvarzschild yarıçapı 300 milyar ışık yılıdır. Hiçbir şey bu yarıçapın dışına kaçamaz ama belki yarı

çap içinde genleşmeler olabilir. Bu yarıçapın dışan doğru bir anda genleşmesi, büyük patlamayı meydana getirecek olay olabilir.

Evren bir kez daha bildiğimiz şekilde oluşur. Sonunda galaksiler, yıldızlar ve gezegenler meydana gelir. Er ya da geç, yıldızların boyutlarında kara delikler oluşmaya başlar ve her şey tekrar yenilenir.

Bu çizgide fik ir yürütmeye devam edersek, evrenin açık olamayacağı sonucuna geldiğimizi görü-

rüz, yani evren sonsuza dek genişleyemez.

Genişlemenin başladığı kozmik yumurta bir kara delik

olmuş

olmalıdır. Bir zamanlar

bunun bir

Schwarzschild yarıçapı vardı. Evren sonsuza dek genişlemiş olsaydı, evrenin kısımları

sonunda Schvvarzschild yarıçapının dışına çıkmış olacaktı ki bu da imkânsız görünüyor. Böylece, evren kapalı bir sistem olsa gerektir ve Schvvarzschild yarıçapına ulaşmadan önce değişim meydana gelmelidir. (') Kuasarlar

Tüm evrende yaşamı imkânsızlaştıracak birinci grup felaketlerden —ısıl ölüme genleşme, kozmik yumurta haline büzülme, ayrı ayrı kara deliklere büzülme— üçüncüsü, iki önemli bakımdan ilk ikisinden farklıdır.

Evrenin ısıl ölüme doğru genel bir genleşmesi, ya da kozmik yumurtaya doğru genel bir büzülmesi 1

(1) Bu nedenledir ki, önceki bölümde söylediğim gibi, halihazırdaki kanıtların açık evrenden yana olmasına karşın, evrenin kapalı olduğundan eminim.

69

evreni üç aşağı beş yukarı aynı şekilde etkileyecektir. Her iki durumda da. insan yaşamının bir trilyon yıl sonra var olacağını varsayarsak, evrendeki konumumuz dolayısıyla özellikle kötü (ya da iyi) bir duruma düşeceğimizi düşünmek için herhangi bir neden yok. Evrenin bizim yaşadığımız bölgesinin başına gelecekler, diğer bölgelerden ne çok önce ne de çok sonra olacaktır.

Üçüncü durumda, yani ayrı ayrı kara delikler halinde ise durum tümüyle farklıdır. Bu durumda, bölgesel felaketlerle karşı karşıya kalıyoruz. Bir kara delik orada değil ama burada meydana gelebilir ve yaşam orada değil ama burada olanaksız hale gelebilir. Uzun dönemde kesinlikle her şey kara delik haline gelecektir ama kara delikler burada ve şimdi meydana gelebilirler ve yaşamı burada ve şimdi olanaksız hale getirebilirler. Dolayısıyla, şimdi kara deliklerin gerçekten var olup olmadıkları sorusunu sormalıyız. Eğer mevcutsalar bir olasılıkla nerede bulunduklarını ve bizim başımıza bir felaket getirm eleri olasılığının ne olduğunu sormalıyız.

İlk olarak, kam deliklerin bulunma olasılığının en yüksek olduğu yerlerin maddenin en yoğun olarak bulunduğu yerler olması mantıklı görünüyor. Bir yıldız ne kadar kütleli olursa, kara deliğe aday olması şansı o kadar

yükselecektir. Pek çok yıldızın bir araya toplandığı yıldız kümelerinin şansı daha da fazladır.

Yıldızların en bol bulunduğu yerler galaksilerin merkezleridir, özellikle bizimki gibi dev galaksilerin merkezleri. Buralarda, milyonlarca, hatta milyarlarca yıldız küçük bir hacim içine istiflenmiştir ve kam delik felaketinin meydana gelmesi olasılığı çok yüksektir.

Yirm i yıl öncesine kadar, gökbilimciler, galaktik merkezlerin en şiddetli olayların geçtiği yerler oldu ğunu düşünmüyordu bile. Yıldızlar buralarda birbirlerine çok yakındır ama yine de birbirlerinden orta

lama 1/10 ışık yılı uzaktadır ve ciddi bir şekilde birbirlerini engellemeden hareket edebilir.

Eğer güneşimiz böyle bir noktaya yerleşmiş olsaydı, gökyüzünde çıplak gözle 2,5 milyarın üzerinde yıldız görecektik. Bunların 10 milyonu birinci dereceden olacaktı, ama hepsi yalnızca 'bir ışık noktası gibi görünecekti. Bütün bu yıldızların vereceği ışık ve

ısı güneşin verdiği ışık ve ısının dörtte birine eşit olacaktı ve böylece yeryüzü üzerinde yaşanmaz bir hal alacaktı. Am a gezegenimiz güneşten biraz uzakta, örneğin Mars'ın konumunda olsaydı üzerinde yaşanılabilirdi.

1960 yılm a kadar böyle düşünüp güneşin gerçekten galaktik merkezde yerleşmiş olmasını isteyebilirdik, çünkü geceleri böylece daha

görkemli bir gökyüzünün tadına varacağımım düşünebilirdik.

Eğer yalnızca yıldızlardan gelen, görünen ışığı saptayabiliyor olsaydık düşüncelerimizi değiştirmek için hiçbir

nedenimiz bulunmayacaktı. Ne var ki, 1931'de Am erikalı radyo mühendisi Kari Guthe Jansky (1905-50) dalga boyu görünen ışıktan bir milyon kez büyük olan radyo dalgalarını keşfetti. Bunlar gökyüzünün belli bir kesiminden geliyordu. II. Dünya Savaşından sonra gökbilimciler bu radyo dalgalarını saptamak için yöntemler geliştirdi; özellikle mikro dalga adı verilen kısa dalgalan saptamak için. Çe

şitli mikro dalga kaynaklan, 1950'den sonra hızla geliştirilen radyo teleskoplarla gökyüzünde saptandı.

Bunlardan bazıları

galaksimizdeki sönük birtakım

yıldızlardan geliyor gibi görünüyordu. Ancak bu yıldızların yakından incelenmesi, yalnızca bunlann yaydıklan mikro dalgaların miktarında değil ama bunlan çevreleyen son derece soluk bulutlann, ya da nebulositlerin durumunda da bir tuhaflık olduğunu gösterdi. Kataloglara 3C273 olarak kaydedilen en parlaklan bunlardan birtakım maddelerin fışkırarak yayıldığını gösteriyordu.

Gökbilimciler, bu mikro dalga yayan cisimlerin 71

göründüğü gibi basit birer yıldız olmadığını düşünmeye başladılar. Bunlar quasistellar (yıldızım sı) radyo kaynaklan olarak adlandınldılar. 1964'de Çin asıllı Amerikalı gökbilimci Hong-Yee Chiu, bu sözcüğün ilk kısmını «kuasar» olarak kısaltti.

Bu yıdızımsı,

mikro dalgalar yayan cisimler o zamandan beri bu adla bilinir.

Kuasarların tayflan incelendi ama görülen karanlık çizgilerin ne anlama geldiği 1963 yılına kadar anlaşılamadı. Bu yılda Hollanda asıllı Am erikalı gökbilimci Maarten Schmidt (1929-

) bu çizgilerin genellikle mor ötesinin uzağında bulunan türden d algaları temsil ettiğini anladı. Bunlar retinayı etkileyemeyecek, yani gözle görülemeyecek kadar kısa dalgalardı. Tayfın görünen ışık bölgesinde bulunmalarının nedeni muazzam bir kızıl kaymasına uğram alarından dolayıydı.

Bu demekti ki, kuasarlar, görebildiğimiz galaksilerden çok daha büyük b ir hızla bizden uzaklaşmaktaydı, dolayısıyla, görülebilen herhangi bir galaksiden daha uzaktaydılar. 3C273 kuasan bize en yakın olanıdır ve bir milyar ışık yılından daha uzaktadır.

En uzaklan 12 milyar ışık yılı mesafededir.

Böylesine muazzam uzaklıklardan görülebilmeleri için kuasarların bizimki gibi bir galaksiden yüz kere daha parlak olması gerekir. Bu, Samanyolu Galaksisi'nden yüz kere daha büyük olmalarından ya da yüz kat daha fazla yıldıza sahip olmalanndan dolayı değildir. Eğer kuasarlar bu denli büyük olsalardı, çok büyük uzaklıklarda bulunmalanna ra ğmen, radyo teleskoplanmız onları yalnızca parlak ışık noktalan halinde değil ama bulutsu bölgeler olarak gösterecekti. Kuasarlar, galaksilerden çok daha küçük olsa gerektir.

Kuasarlann parlaklığının yıldan yıla, hatta bazı durumlarda aydan aya değişmesi gerçeği de onlann küçük olduklarım göstermektedir.

Galaksi boyutlarındaki bir cisimde böyle değişiklikler meydana gele72

mez. Bir galaksinin bazı bölgeleri soluklaşabilir, bazı bölgeleri de daha parlak bir hale gelebilir, ama ortalama parlaklık aynı kalır. Kuasarlann tümüyle parlak ya da sönük görünmesi için her tarafından hissedilen bir etken bulunmalıdır. Böyle bir etken, her ne olursa olsun, galaksinin bir ucundan öbür ucuna ışık hızıyla hareket etmelidir; daha hızlı gidemez. Ö rneğin Samanyolu Galaksisinde böyle bir etkenin bir uçtan öbür uca gidebilmesi için en az yüz bin yıl geçmesi gerekir. Öyleyse parlaklıkta meydana gelecek bir değişiklik için yüz bin yıl ya da daha fazla süre geçmesini bekleriz.

Kuasarlardaki hızlı değişiklikler gösteriyor ki,

bunlar bir ışık yılı çapından daha büyük olamaz.

Ancak, 100.000 ışık yılı çapındaki galaksimizden yüz kat daha şiddetli radyasyon yaymaktadırlar. Bu nasıl mümkün olaJbilir? Yanıtın başlangıcı 1943 yılına, bir yüksek lisans öğrencisi olan Cari Seyfert'in şimdi

«Seyfert Galaksileri» adı verilen bir grup galaksinin bir üyesi olan tuhaf bir galaksiyi saptamasına kadar dayanır.

Seyfert galaksileri yalnızca alışılmamış boyutlar, da ya da alışılmamış uzaklıklarda değil ama alışılmamış derecede sıcak ve aktif, çok yoğun ve parlak merkezlerdir. Aslında kuasar gibidirler. Bu parlak merkezler, kuasarlar gibi, radyasyonlarında faiklılık gösterirler ve bunlar da bir ışık yılı çapından daha büyük olmamalıdır.

Çok uzaktaki bir Seyfert galaksisini düşünecek olursak, bütün göreceğimiz parlak bir merkezdir; geri kalan kısımlar farkedilemeyecek kadar soluktur.

Kısacası, kuasarlar, çok uzaktaki Seyfert galaksileri gibi görünmektedir ve biz yalnızca parlak merkez, leri fark edebilmekteyiz (daha yakındaki kuasarlann etrafındaki nebulositler

görünen galaksilerin birer

parçası olabilir). Her Seyfert galaksisine karşılık, b ir milyardan fazla ışık yılı uzaklıklarda b ir milyar alelade galaksi bulunabilir, ama biz alelade galaksileri 73

görmeyiz. Bunların hiçbir parçası fark edilebilecek kadar parlak değildir.

Görünüşe göre Seyfert galaksisi dışındaki galaksilerin merkezleri de etkindir; bu merkezler şu ya da bu şekilde radyasyon kaynağıdır, buralarda büyük patlamalar olduğunu göstermektedir.

O halde, şöyle bir durum olabilir mi? Galaktik merkezlerdeki yıldız kalabalıkları kara delikleri üretecek koşullan yaratmakta ve kara delikler giderek büyümektedir. Seyfert galaksilerinin ve kuasarlann merkezlerindeki etkinlikten, bunların merkezlerindeki parlaklıktan da bu kara delikler sorumludur.

Elbette bu durumda, eğer kara deliklerden radyasyon dahil hiçbir şey kaçamıyorsa, bunların nasıl olup da galaktik merkezlerde hayli enerjik bir radyasyon yarattıkları sorusu ortaya çıkıyor.

önem li

olan şudur ki, radyasyonun kara deliğin kendisinden gelmesi gerekli değildir. Maddeler spiral çizerek kara deliğe düşerken, kara deliğin hemen yakınında hızla çizdiği yörünge, muazzam yerçekiminin etkisiyle enerjik radyasyon yayar. Işığın dalga boyunun 1/500.000'i uzunlukta olan X-ışınlan bol miktarda yayınlanır.

Bu şekilde yayılan radyasyonun miktarı iki şeye bağlıdır. Birincisi, kara deliğin kütlesine; çünkü kara delik ne kadar cüsseliyse o kadar hızla madde yutar ve bu şekilde daha çok radyasyon üretir. İkincisi, kara deliğin civarındaki madde miktarı. Kara deliğin civarındaki madde kara deliğin etrafında toplanır ve

«■toplanma diski» (accretion disc) denen bir yörüngeye oturur. Civarda ne kadar çok madde bulunursa, toplanma diski o kadar büyüktür, kara deliğe düşen madde miktarı o kadar çoktur, üretilen radyasyon da o kadar şiddetlidir.

Galaktik bir merkez kara deliğin oluşumu için ideal bir yer olmakla kalmaz, ama aynı zamanda kara deliğe en çok maddeyi temin eder. Öyleyse, galaktik merkezlerde neden yoğun radyasyon kaynakları bulunduğunu ve neden radyasyonun kimi du-74

ramlarda son derece şiddetli bir hal aldığım sormaya gerek yok.

Kimi gökbilimciler, her galaksinin merkezinde bir kara delik bulunduğunu ileri sürmekte. Belki de büyük patlamadan kısa bir süre sonra gaz bulutlan büzüşürken, en yoğunları kara delik halinde yoğuş-

muştur. Diğer büzülmeler, kara delik tarafından çekilen ve yörüngeye giren gaz bölgelerinde meydana gelmiştir. Galaksi, bu şekliyle, merkezî bir kara delik etrafında bir tür süper toplanma diski halinde meydana gelmiştir ve kara delik galaksinin en yaşlı bölgesidir.

Pek çok durumda kara delikler küçüktür ve aletlerimizin merkezde tuhaf bir şey meydana geldiğini saptayabileceği kadar radyasyon üretmezler. Öte yandan bazı kara delikler öylesine büyüktür ki, civar.

lanndaki toplanma diskleri adeta birbirlerini iteleyen yıldızlardan meydana gelmiştir ve bunlar sonunda bir bütün halinde yutulur. Bütün bunlar kara deliğin civarını olağanüstü aydınlık ve enerjik radyasyonlarla dolu bir hale getirir.

Dahası, kara deliğe düşen bir madde, kütlesinin yüzde lO'unu, hatta daha fazlasını enerjiye dönüştürür. Oysa alelade yıldızlardan gelen alelade radyasyon, yıldızın merkezindeki füzyon reaksiyonunun sonucudur ve bu reaksiyon sırasında maddenin ancak yüzde 0,7'si enerjiye dönüşür.

Bu koşullar altında, kuasarların bu kadar küçük ama bu kadar aydınlık olması şaşırtıcı değildir. Kua-sarlarm neden kimi zaman parlak, kimi zaman sönük oldukları da anlaşılmaktadır. Bu, kara deliğe düşen maddenin miktarındaki

düzensizliklerden dolayıdır.

Bazı zamanlar alışılmadık miktarlarda çok madde g irerken, bazı zamanlarda oldukça az miktar girmektedir.

1978'de uzaydan gelen X-ışınlan radyasyonları

üzerinde yapılan çalışmalara göre, tipik bir Seyfert

.galaksisinin, merkezinde güneşin 10 ile 100 milyon 75

katı büyüklükte kara delikler içermesinin mümkün olduğu düşünüldü.

Seyfert olmayan galaksiler bile, yeterince büyükseler, bu açıdan alışılmadık türden olabilirdi. Örne

ğin, M87 olarak bilinen bir galaksi vardır ki, belki bizim Samanyolu Galaksimizin 100 katı bir kütleye sahiptir ve belki 30 trilyon yıldız içermektedir. V irgo takımyıldızındaki dev bir galaktik kümenin bir par

çasıdır ve 65 milyon ışık yılı uzaklıktadır. M87'nin son derece etkin bir merkezi vardır ve çapı, 300.000

ışı'k yılı çapındaki tüm galaksiyle karşılaştırıldığında, 300 ışık yılından daha azdır. Dahası, merkezden galaksinin kıyılarına madde fışkırmaktadır.

1978'de gökbilimciler, merkezin dış bölgelere göre parlaklığını ve merkezin yakınlarındaki yıldızların hareket hızlarını bildiren bir rapor verdiler. Bu çalışmaların sonucu, galaksinin merkezinde

güneşin 6

milyar katı kütleye eşit bir kara delik bulunduğu düşüncesini getirdi. Bu kadar büyük olmasına kar

şın kara delik M87 galaksisinin kütlesinin ancak

1/2500'ünü meydana getiriyordu.

Galaksimizin içlerinde

Açıkçası, M87 galaksisinin merkezindeki kara delikle Seyfert galaksilerinin ve kuasarlann merkezlerindeki kara delikler bizim için tehlikeli olmaz. Bizi M87 kara deliğinden ayıran 65 milyon ışık yılı ve Seyfert galaksileriyle kuasarlara olan çok daha büyük mesafeler bizi kara deliklerin yapabileceği

kötülüklerden yeterince korur. Dahası, bütün kuasarlar, ışık hızının onda biriyle onda dokuzu kadar bir hızla bizden uzaklaşmaktadır. M87 galaksisi de hatırı sayılır bir hızla bizden uzaklaşmaktadır.

Aslında,

evren genişlediğinden, yerel grup dı

şındaki bütün kara delikler bizden hızla ve sürekli olarak uzaklaşmaktadır. Bunlar büzülme dönemine 76

kadar hiçbir şekilde bizi etkileyemez, ama o zaman bir felaket halini alırlar.

Peki ama bizim yerel grubumuzdaki galaksiler

ne olacak? Evren ne kadar uzun süreyle genişlerse genişlesin, bunlar bizim civarımızda kalacaktır. Y erel grubumuzdaki galaksiler kara delikler içeriyor olabilir mi? Olabilirler. Yerel grupta bizim dışımızda bulunan galaksilerin merkezlerinde şüpheli hareketlere ilişkin işaretler görülmemektedir ve küçük galaksilerde büyük kara delikler bulunması olası de

ğildir. Samanyolu Galaksisi'nden biraz büyük olan

Andromeda galaksisi,

merkezinde

büyük bir kara

delik içeriyor olabilir ve Andromeda bizden kesinlikle hiçbir zaman uzaklaşmayacaktır, ama öte yandan

yaklaşacak da değildir.

Öyleyse, bizim kendi galaksimiz hakkında ne söyleyebiliriz? Merkezinde şüpheli bir etkinlik bulunmaktadır. Samanyolu, M87 ya da Seyfert ve kuasarlar gibi etkin bir galaksi değildir, ama merkezi evrendeki herhangi bir galaksinin merkezinden çok daha yakındır. En yakın kuasar bir milyar, M87

galaksisi 65 milyon ve Andromeda 2,3 milyon ışık yılı uzaktayken, bizim galaksimizin merkezi ancak 32.000 ışık yılı uzaktadır. Doğallıkla, bizim galaksimizdeki küçük bir etkinliği diğerlerine göre çok daha kolayca saptayabiliriz.

Galaksimizin tam merkezinde bulunan ve 40 ışık yılı çapında olan bir nesnenin etkinliği kolayca bir kara delik olarak yorumlanabilir. Aslında, kimi gökbilimciler, galaksimizin merkezine, güneşten 100 milyon kez daha kütleli bir kara delik oturtmak çabasındadır.

Böyle bir kara delik, M87'nin merkezinde bulunduğu düşünülen kara deliğin kütlesinin l/60'ı olacaktır, ama bizim galaksimiz de M87'den çok daha kü

çüktür. Bizim kara deliğimiz galaksimizin kütlesinin 1/1500'ü kadar olacaktır. Kara deliğin boyutları kendini 77

içeren galaksiyle oranlanırsa, bizim kara deliğim iz M87 kara deliğinden 1,6 kez büyük olacaktır.

Samanyolu Galaksisi 'nin merkezindeki kara delik bizim için bir tehlike oluşturur mu? Eğer öyleyse ne kadar yakın zamanda?

Bunu şu şekilde tartışabiliriz. Galaksimiz, büyük patlamadan hemen sonra oluştu. Galaksinin merkezindeki kara delik ise galaksinin diğer kısımlarından çok daha önce meydana gelmiş olmalıdır. Kara deli

ğin büyük patlamadan 1 milyar yıl sonra, yani bundan 14 milyar yıl önce oluştuğunu söyleyelim. Bu durumda, kara deliğin galaksinin 1/1500'ünü yutması 14 milyar yıl almıştır. Bu hızla gidilirse, tüm galaksiyi yutması 21.000 milyar yıl alacaktır ki, o zamana dek ya ısıl ölüm, ya da sanırım büyük bir olasılıkla ikinci kozmik yumurta felaketi bizi alt edecektir.

Ancak, «bu hızla gidilrse» demek doğru mudur?

Her şeyden önce, kara delik büyüdükçe, etrafındaki maddeyi yutma oranı artmaktadır. Galaksinin 1/1500'

ünü yutmak 14 milyar yıl alırken, işin gerisini tamamlamak için 1 milyar yıl yetebilir.

Öte yandan, bir kara deliğin yutma yeteneği civarındaki maddenin yoğunluğuna da bağlıdır. Herhangi bir galaksinin merkezindeki kara delik büyürken, galaktik çekirdekteki yıldızlan temizler ve sonuçta «içi boş galaksi» diyeceğimiz bir şekil meydana getirir. Çekirdek, merkezde bulunan ve güneşimizin 100 milyar, hatta büyük galaksilerde bir trilyon katı olan bir kara delik dışında boştur. Bu muazzam kara deliklerin çapı 0,1 ile 1 ışık yılı arasındadır.

Bu durumda, galaksinin eteklerinde kalan yıldızlar göreceli olarak emniyetli bir şekilde merkezî kara deliğin etrafındaki yörüngelerde döner. Zaman zaman, diğer yıldızların etkisindeki herhangi bir yıldız yörüngesinden ayrılıp kara deliğe yaklaşıp yakalanabilir. Ama seyrek raslanan bir olaydır bu ve zamanla daha da seyrekleşir. Genellikle, dünyanın güneş çev

resinde emniyetle dönmesi gibi, yıldızlar da kara deliğin çeversinde emniyetle döner. Eğer dünya herhangi bir nedenle fazla yaklaşacak olursa, bir kara deli'k gibi güneş tarafından yutulacaktır.

Aslında, galaksinin merkezindeki kara delik çekirdeği temizleyip galaksinin içini boşaltmış bile olsa, içeri daha az madde düşmesi dolayısıyla ışıma enerjisinin giderek azalacağından başka bir şey söy.

leyemeyiz. Galaksi'nin merkezi Sagittarius takımyıldızı doğrultusundaki engin toz bulutları ve yıldız kümeleri ardına saklanmıştır ve boşalmış bile olsa herhangi b ir değişiklik göremeyiz.

Eğer evren açık b ir evren olsaydı, uzak geleceği şöyle canlandırabilirdik: Bütün galaksilerin içi boşalmış ve buradaki bir dizi kara deliğin etrafında dönen yıldızlar ısıl ölümü beklemekteler.

Galaksimizde, merkezden

başka bir yerde, bir

kara deliğin bulunması ve böylece bize çok yakın olması olasılığı var mıdır?

Küresel kümeleri düşünün. Bunlar küresel bir bi

çimde istiflenmiş yıldız gruplarıdır. Tümü 100 ışık yılı çapındadır. Bu oldukça küçük hacim içersinde 100 bin ile 1 milyon yıldız yer almıştır. Küresel küme, galaktik çekirdeğin ayrık bir parçası gibidir, ama doğallıkla çekirdekten çok daha küçüktür ve yıldızlar da o kadar yoğun bir şekilde istiflenmemiştir.

Gökbilimciler, bunlardan yüzden fazlasının galaktik merkez etrafında küresel b ir hâle şeklinde yayıldığını tespit etmişlerdir. (Kuşkusuz, diğer galaksilerin de böyle küresel hâleleri bulunmaktadır.) Gökbilimciler bu kümelerin bir kısmında X-ışınları etkinliği saptamışlardır ve galaksi merkezlerinde kara deliklerin meydana gelmesine neden olan süreçlerin küresel kümelerin merkezlerinde de kara deliklere neden olacağını düşünmek güç değildir.

Kümelerin kara delikleri galaktik merkezlerdeki kara delikler kadar büyük değildir, ama güneşimizden 1000 kat daha kütleli olabilir. Merkezdeki kara

delikten daha küçük olmalarına karşın ıbunlar daha yakın bir tehlike oluşturabilir mi? Şimdilik, kesinlikle hayır. Bize en yakın küresel küme 22.000 ışık yılı uzaktaki Omega Centauri'dir ve bu uzaklık emin bir mesafedir.

Öyleyse, şu ana dek talih bizden yana olmuştur.

1963’den beri yapılan astronomik keşifler galaksilerin ve küresel kümelerin merkezlerinin etkin oldu

ğunu ve buraların yaşam için uygun olmadığını göstermiştir. Bu bölgelerde bulunan gezegenler üzerindeki yaşam ya kara delikler tarafından yutularak ya da buralardaki etkinliğin neden olduğu radyasyon sonucu felakete uğrayacaktır. Bununla birlikte böyle bir felaketin söz konusu olamayacağım, çünkü bu ko

şullar altında burada yaşam meydana gelem eyeceğini söyleyebiliriz. Biz kendimiz de galaksinin sakin eteklerinde

bulunmaktayız,

dolayısıyla kara delik

tehlikesi bizim için mevcut değildir.

Am a durun! Burada, galaksinin eteklerinde bile kara delikler bulunabilir mi? Civarımızda kara deliklerin oluşabileceği büyük kümeler yoktur, ama tek tek yıldızlarda kara delik oluşturabilecek kadar madde yoğuşmuş olabilir. Öyleyse, yakınımızdaki dev yıldızların bir kara delik meydana getirip getirm ediğini sormalıyız. Eğer durum böyleyse, bunlar nerededir? Bunları tanıyabilir miyiz? Tehlikeli midirler?

Görünüşe göre kara delikler hakkındaki tutumumuzda düş kırıcı bir kadercilik var. Bizim doğrudan doğruya gördüğümüz kara deliğin kendisi değil, ama onun içine düşen maddenin ölüm çığlığıdır. Kara delik yutacağı maddeyle kuşatıldığı zaman ölüm çığlığı yükselir, ama kara deliği kuşatan

madde onu gözlerden gizler. Eğer kara deliği kuşatan madde miktarı azsa, ölüm çığlığı zayıftır ve kara deliği gözden kaçırmamız olasılığı da büyüktür.

Bununla birlikte, uygun bir olasılık da bulunmaktadır. Evrendeki yıldızların yarısı çiftler halindedir («ik iz yıldızlar»). Eğer yıldızların ikisi de bü

yükse evriminin belli bir döneminde birisi kara delik haline dönüşebilir ve ikizi olan yıldızın maddesi yavaş yavaş buna doğru çekilir. Bu durumda kara deliği gizleyemeyen bir radyasyon meydana gelecektir.

Bu türden olası olayları saptamak için gökbilimciler gökyüzünü tarayıp X-ışını kaynaklarını teker teker saptayarak kara delik dışında başka bir olguyla açıklanamayacak olan, yakındaki bir kaynağı bulmaya çalıştılar. Örneğin, şiddetini düzensiz bir şekilde değişen bir X-ışım kaynağının, şiddeti düzenli

bir şekilde değişen bir kaynağa göre kara delik olması olasılığı daha yüksektir.

1969 da Kenya'nın bağımsızlığının beşinci yıldönümünde, Kenya sahilinden X-ışmlanm saptayan bir uydu fırlatıldı. Uyduya Svahili dilinde «bağımsızlık» anlamına gelen Uhuru adı verildi. Atmosfer X-ışmlanm emip Yeryüzü'nde bulunan cihazlara ulaşmasını engellediğinden, yörüngesinden, dünya atmosferinin ötesindeki X-ışını kaynaklarım saptayabiliyordu.

Uhuru, 161 tane X-işmı kaynağı saptadı; bunların yarısı bizim galaksimizdeydi.

Uhuru, 1971’de

Cygnus (Kuğu) takımyıldızında

parlak bir X-ışını

kaynağı saptadı; buna «Cygnus X -l» adı verildi. Kaynağın şiddetinde düzensizlikler görüldü.

Dikkatler

özellikle Cygnus X-1 üzerine toplandı ve mikro dalga yayını da saptandı. Mikrodalgalar, kaynağın yerinin büyük bir kesinlikle belirlenmesine yardımcı oluyordu. Kaynağın görünen bir yıldızın üzerinde değil ama çok yakınında olduğu tespit edildi. Güneşin 30 katı cüsseli, büyük, sıcak ve mavi HD-226868 yıldızıydı bu.

Yıldız belirgin bir şekilde 5,6 günlük periyodlarla bir yörüngede dönüyordu. Yörüngenin tabiatına göre, di

ğer yıldız güneşin 5 ile 8 katı olmalıydı. ( ]) (1) Bir çift yıldız birbirlerinin etrafında dönüyorlarsa, bunların kütleleri, aralarındaki mesafe ile tam bir dönüş

yapmalan için gereken zamandan ve ikisinin arasındaki ağırlık merkezinin konumundan hesaplanabilir.

Bu yıldız yoğun bir X-ışını kaynağı olmasına kar.

şın görülememektedir. Yıldızın boyutlarını ve parlaklığını gözönünde tutacak olursak, normal bir yıldız olması halinde görünmesi gerekirdi. Öyleyse bu çökmüş bir yıldızdır ve kara delikten başka bir şey meydana getiremeyecek kadar cüsselidir. Eğer öyleyse, bu kara delik daha önce tartıştığımız güneşin binlerce, milyonlarca, hatta milyarlarca katı olan kara deliklerden çok küçüktür. Bu kara delik güneşin en fa zla 8 katıdır.

Bununla birlikte, hepsinden daha yakındır. Gökbilimciler Cygnus X -l'in bizden 10.000 ışık y ılı uzakta olduğunu tahmin etmekteler; galaktik merkezin uzaklığının yarısından daha küçük bir mesafedir bu.

1978'de benzeri bir ikiz yıldızın Akrep burcunda bulunduğu bildirildi. Oradaki X-ışını kaynağı, V86lSco numarası verilen b ir kara deliği temsil eder.

Güneşin 12 katı kütleli ve 5.000 ışık yılı uzakta bulunan bir kara deliktir bu.

5.000

ışık yılının bizi korumaya yeterli b ir mesafe olduğunu haklı olarak ileri sürebiliriz. Dahası,

bundan daha yakın mesafelerde kara delik bulunamayacağını da ileri sürebiliriz. Kara delik meydana getiren türden yıldızlar o kadar azdır ki, birinin b izim farkında olmadan daha yakınımızda bulunması olası değildir. Eğer yeterince yakın olsaydı, içine dü

şecek az miktarda madde bile saptanabilecek şiddette X-ışmı yayınlayacaktı.

Bununla birlikte, bu kara delikler, diğerlerinin neden olamayacağı bir tehlike yaratmaktadır. Düşünün: Yerel grup dışında bulunan galaksilerdeki kara delikler oldukça uzaktadır ve evrenin genişlemesi dolayısıyla sürekli olarak uzaklaşmaktadır. Yerel grup içinde olan ama bizim galaksimiz dışında bulunan kara delikler de uzaktadır ve uzaklıklarını korumaktadır. Hissedilir bir şekilde uzaklaşmamakla birlikte, yaklaşmamaktadırlar da. Galaksimizin merkezindeki kara delik bize en yakın olanıdır, ama o da uzaklı82

ğını korumaktadır, çünkü güneş onun etrafında hemen hemen dairesel bir yörünge çizmektedir.

Galaksimizin merkezi dışında bulunan kara delikler ise bizim gibi galaksi merkezi etrafında döner.

Hepimizin birer yörüngesi vardır ve dönüş sırasında kara delikler bizden uzaklaşabilirler de, yaklaşabilirler de.

Ne kadar yaklaşabilirler? Ne denli tehlikeli olabilirler?

Öyleyse, evreni tümden etkileyecek olan birinci grup felaketlerden, yalnızca bizim güneş sistemimizi etkileyecek olan ikinci grup felaketlere geçmenin zamanıdır.

03

B Ö L Ü M İKİ

İK İN C İ G R U P FE L A K E T L E R

5 / GÜNEŞLE ÇARPIŞMALAR

Yakın Yaklaşmayla Gezegen Oluşturma Görünüşe göre birinci grup felaketler içinde en olası ve hemen hemen en kaçınılmaz olanı, belki bir trilyon yıl sonra kozmik yumurtanın meydana gelecek olmasıdır. Bununla

birlikte, kara delikler tartışması göstermiştir ki bir trilyon yıl geçmeden önce bölgesel felaketler meydana gelebilir. Öyleyse, yerel bir felaketin güneş sistemini oturulamaz hale getirmesi ve yaşama bir son vermesi olasılığını düşünmenin zamanı gelmiştir.

Böyle b ir felaket ikinci gruptan olacaktır.

Copernicus'ten önce Yeryüzü'nün evrenin hareketsiz merkezi olduğu, başka her şeyin onun etrafında döndüğü düşünülüyordu.

Yıldızlar gökyüzünün

bir dış küresine sabit bir şekilde tutturulmuşlardı ve yirmi dört saatte bir dünyanın etrafında dönüyorlardı. Yıldızları daha yakındaki gökcisimlerinden (güneş, ay ve gezegenler) ayırmak için «sabit yıldızlar»

deyimi kullanılıyordu.

Copernicus sisteminin dünyayı merkezi konumdan uzaklaştırmasından sonra da yıldızlara bakış açısı pek değişmedi. Hâlâ dış küreye tutturulmuş sabit 84

ve parlak cisimlerdi. Güneş bu kürenin merkeziydi ve yeryüzü dahil çeşitli gezegenler bunun etrafında dönüyorlardı.

Ancak 1718'de İngiliz gökbilimcisi Edmund Halley (1656-1742) en az üç yıldızın (Sirius, Procyon ve Arcturus) gökyüzünde Yunanlıların belirttiği nokta, larda bulunmadığına dikkat etti. Fark çok büyüktü ve Yunanlılar böyle büyük bir yanlış yapmış olamazlardı. Bu yıldızlar, açıkçası, diğer yıldızlara göre hareket etmişlerdi. O zamandan sonra, gökbilimcilerin aletleri duyarlılaştıkça, daha fazla yıldızın böyle «düzenli hareket» ettiği kanıtlandı.

Eğer çeşitli yıldızlar uzayda eşit oranlarda hareket ediyorsa, çok uzaktaki bir yıldızın konumu yakın bir yıldıza göre daha az değişecektir. (Uzaktaki bir uçağın yakındaki bir uçağa göre daha yavaş hareket eder göründüğünü deneyimlerimizden biliyoruz.) Y ıldızlar o denli uzaktadır ki, ancak çok yakında olanların hareket ettiği anlaşılabiimektedir. Ancak, bundan bütün yıldızların hareket ettiği sonucu çıkar.

Elbette ki, bir yıldızın düzenli hareketi bizim bakış açımıza dik olan doğrultudadır. Yıldız aynı zamanda bize yaklaşıyor ya da bizden uzaklaşıyor olabilir, ama bu hareketi düzenli bir hareket olarak görünmez. Aslında, bize oldukça yakın olsa bile, yalnızca bize ya da bizden uzağa doğru hareket ettiği zaman bakış açımıza dik yönde hareket ediyor gibi görünmez.

Neyse ki, Doppler-Fizeau etkisiyle yıldızın yaklaşma ya da uzaklaşma hızı saptanabilir ve hiç de

ğilse yakındaki yıldızların üç boyutlu «uzay hızı» belirlenebilir.

Öyleyse, neden güneş de hareket ediyor olmasın?

1783'de Alman asıllı İngiliz gökbilimcisi W illiam HersChel (1738-1822) o zamana dek bilinen düzenli hareketleri inceledi. Görünüşe göre

gökyüzünün yarısındaki yıldızlar birbirinden uzaklaşıyordu. Diğer yarısındakiler ise birlikte hareket etmek eğilimindey.

di. Herschel, bunu açıklamak için en mantıklı yolun, güneşin Herkül takımyıldızına doğru hareket ettiğini varsaymak olduğuna karar verdi. Yaklaştığımız yıldızlar, biz yaklaştıkça birbirlerinden ayrılıyor, arkamızda kalan yıldızlarsa birbirlerine yaklaşıyor gibi gülünüyordu.

Gökcisimleri uzayda hareket ettikleri zaman birbirlerinin etrafında döner ve yeterince yakınsalar, birbirlerinin

yerçekimi alanlarından şiddetle etkilenirler. Böylece, ay dünyanın çevresinde dönerken,

dünya ve diğer gezegenler de güneşin çevresinde döner. Yine, ikiz sistemdeki bir yıldız diğerinin etrafında döner.

Ancak, cisimler birbirinden çok uzakta olduğu ve cisimlerden biri diğerleri üzerinde egemenlik kuramadığı zaman (güneşin güneş sistemindeki bütün cisimlere egemen olması gibi) hareketler bir cismin d i

ğerinin etrafında dönmesi kadar basit değildir. Aksine, hareketler oğuldaki anların hareketleri kadar gelişigüzeldir. On dokuzuncu yüzyıl boyunca, bu

gelişigüzel hareketler yıldızların bir özelliği olarak görülüyordu ve bu durumda yıldızların birbirine çarpabileceği düşüncesi mantıksız gelmiyordu.

Aslında,

1880'de İngiliz gökbilimcisi Alexander VVilliam Bickerton (1842-1929) güneş sisteminin meydana gelmesinin nedeninin bu olabileceğini ileri sürdü. Düşündüğüne göre, uzun zaman önce, bir yıldız güneşin yakınından geçmiş ve yerçekimi etkisiyle ondan madde kopartmıştı. Bu maddeler daha sonra gezegenler halinde yoğuşmuştu. İki yıldız yalnız birer cisim olarak birbirine yaklaşmış, ama birbirlerini

birer gezegen sistemiyle başbaşa bırakarak ayrılmışlardı. Çarpıcı bir örnekti bu ve kozmik bir saldırı olarak betimlenebilirdi.

Güneş sisteminin bu «felaket

kuramı» az çok değişikliklerle yarım yüzyıl boyunca gökbilimcilerce kabul edildi.

Şurası açıktır ki, böyle b ir felaket dünyanın başlangıcını belirleyebilirse, tekrarı halinde dünyanın

sonunu da belirleyebilir. Başka bir yıldızın güneşe yakın bir yaklaşımıyla büyük bir ısı artışına maruz kalabiliriz ve güneş de üzerimizdeki yerçekimi etkisini şu ya da bu şekilde arttırarak dengesini yitirebilir.

Aynı etki, yeryüzünün yörüngesinde ciddi bozukluklar doğurabilir. Dünyanın böylesi muazzam bir etkiye dayanabileceği kuşkuludur.

Öyleyse, böyle bir

yakın yaklaşmanın yeniden

meydana gelmesi olasılığı nedir?

Pek fazla değil. Aslında, felaket kuramının sonunda yaşayamamasının nedenlerinden biri, böylesine olanaksız bir olayı içermesidir. Galaksinin içinde bulunduğumuz eteklerinde yıldızlar birbirinden o kadar uzaktır ve bu uzaklığa göre o kadar yavaş hareket etmektedir ki, çarpışma olabileceğini düşünmek gerçekten zordur.

Bize en yakın yıldız olan Alpha Centauri'yi ele alın. C1) Bizden 4,4 ışık yılı uzaklıktadır ve yaklaşmaktadır. Dosdoğru üzerimize gelmemekte, yana doğru kaymaktadır. Sonuçta 3 ışık yılı uzaktayken önemli bir etki yaratmadan yanımızdan geçecek ve uzaklaşmaya başlayacaktır.

Bununla birlikte doğrudan

üstümüze geldiğini

varsayın. Alpha Centauri uzayda bize göre saniyede 37 kilometre hızla hareket etmektedir. Eğer doğrudan bizi hedef almış olsaydı, bu hızla 35.000 yıl sonra güneş sisteminden geçecekti.

Öte yandan Alpha Centauri'nin hedeften 15 derece saptığını varsayın. Bizden görünüşüne göre dolunayın yansı kadar b ir genişliktir bu; ayın tam ortasına nişan alıyoruz ama ancak kenanna tutturacı) Aslında bu bir ikiz yıldızdır. Üçüncü bir cüce yıldız da bunların etrafında dönmektedir. Yakınımızdaki yıldızlar arasında, birbirine yerçekimsel olarak bağlı, üç çift halinde altı yıldız bile bulunmaktadır. Ben, buradaki amacımız açısından, yerçekimsel olarak birbirlerine bağlı yıldız sistemleri için «yıldız» sözcüğünü kullanacağım.

biliyoruz. Eğer Alpha Centauri'nin hedefi bundan da ha iyi olmasaydı bizim 180 m ilyar kilometre uzağımızdan geçecekti. Bu mesafe Pluto'nun güneşten uzaklığının otuz katıdır. O zaman Alpha Centauri gökyüzünde olağanüstü parlak b ir yıldız olarak görünecekti, ama bu uzaklıktan etkisi fazla olmayacaktı.

Buna bir başka açıdan şöyle bakılabilir. Galaksinin bizim bulunduğumuz bölgesinde yıldızlar arası ortalama uzaklık 7,6 ışık yılı ve yıldızların birbirlerine göre ortalama hızı belki saniyede 100 kilometredir.

Işık yıllarını kilometreye indirgeyelim ve yıldızlan (bu indirgemeyle orantılı olarak) 1/10 milimetre çapında tahayyül edelim. Kum zerrelerine benzeyen bu küçücük yıldızlar

birebirlerinden

7,6 kilometre

uzakta olacak şekilde dağılacaklardır. Eğer iki boyutlu olarak bakacak olursak New York şehrinin beş

kasabasında bunlardan on dört tane bulunacaktı.

Zerrelerden her biri (indirgemeyle orantılı olarak) yılda (bir ayak) 30 santimetre hızla hareket edecekti. Öyleyse beş kasabaya yayılmış olan ve gelişigüzel doğrultularda yılda otuz santim yol alan bu on dört kum tanesinin birbirleriyle çarpışma olasılığının ne olabileceğini tahayyül edin.

Yapılan tahminlere göre, evrenin 15 milyar yıllık tüm yaşamı boyunca, Galaksi'nin eteklerinde iki yıl dizin birbirine yakın yaklaşması olasılığı 5 milyonda l 'den fazla değildir. Bu demektir ki, kozmik yumurtadan önceki trilyon yıl boyunca b ir yıldızın güneşimize yakın yaklaşmada bulunma şansı 80.000'de l 'dir.

İkinci grubun bu tip bir felaketi, birinci gruptaki herhangi bir felaketten çok daha az olasıdır; üzerinde durmaya bile değmez.

Ayrıca, bir yıldızın olası bir çarpışma yaklaşımı halinde, bugünkü gökbilim düzeyimiz bunu bize binlerce yıl önceden bildirecektir. Felaketler, karşı

tedbirleri almaya fırsat bırakmadan ansızın meydana

geldiklerinde çok daha tehlikelidir. Bir yıldız çarpış

masının binlerce yıl önceden haber verilse bile, daha sonra açıklayacağım gibi günümüzde bizi çaresiz b ırakmasına karşın, durum gelecekte böyle olmayacaktır ve uyarı geldikten sonra bundan kaçınmak için çok zamanımız olacaktır.

Bu iki nedenden dolayı, bu özel felaket için kaygılanmaya gerek yoktur.

Sırası gelmişken şunu da hatırlatayım ki, bu yıldızın bir kara delik olup olmaması da önemli değildir. Kara delik bizi alelade b ir yıldızdan daha etkin bir şekilde öldürecek değildir. Ancak, güneşin 100 katı kütleli b ir kara delik, alelade bir yıldızın on katı uzaklıktan, bu yıldıza göre çok daha öldürücü olabilir. Onun için fazla ince hesap yapmaya gerek yok.

Bununla birlikte, büyük kara delikler o kadar enderdir ki, bunlardan birinin felaket yaratacak kadar yakma gelmesi olasılığı, bir yıldızın zaten küçük olan yaklaşma olasılığından milyonlarca kez daha küçüktür.

Elbette yıldızlardan başka felaket yaratabilecek gökcisimleri de vardır ve bu başka cisimler hiçbir uyanda bulunmadan gelebilir. Bu durumları sırasıyla

ele alacağız.

Galaktik Çekirdek Etrafında Dönüş

Güneşimizin bir başka yıldızla felaket yaratacak şekilde karşılaşma olasılığının bulunmamasının b ir nedeni de, çevremizdeki yıldızlann oğuldaki arılar gibi gelişigüzel hareket etmemesidir. Bu gelişigüzel hareketleri Galaksi'nin ya da küresel kümenin merkezinde görebiliriz, ama burada değil.

Galaksi'nin eteklerinde durum daha çok güneş

sistemine benzemektedir. Galaksi'nin görece küçük bir bölümünü meydana getiren galaktik çekirdek, güneşin on m ilyarlarca katı bir kütleye sahiptir. T a bii, bunun bir kısmını, var olduğunu kabul edersek, 80

merkezî kara delik oluşturur. Bu çekirdek, bir bütün olarak, Galaksi'nin «güneşli gibi hareket eder.

Galaksinin eteklerindeki milyarlarca yıldız, geze, genlerin güneş etrafında dönmesi gibi, galaktik çekirdeğin etrafında dönerler. Örneğin, galaktik merkezden 32.000 ışık yılı uzaklıktaki güneş, 'bu merkez etrafındaki bir yörünge üzerinde saniyede 250 kilometre hızla hareket etmektedir ve bir dönüşünü tamamlaması 250 milyon yıl alır. Bu demektir ki, eğer y ö rüngesi değişmediyse, güneş ömrü boyunca galaktik merkez etrafında yirmi dört ya da yirm i beş dönüş

yapmıştır.

Doğallıkla, merkeze güneşten daha yakın olan yıldızlar daha hızlı hareket eder ve dönüşlerini daha çabuk tamamlar. Bize yetiştikleri zaman bize yakla

şır, ama oldukça uzaktan geçerek 'bizden uzaklaşırlar. Aynı şekilde, bizden daha uzaktaki yıldızlar daha yavaş döner ve devirlerini daha uzun sürede tamamlar. Bu yıldızlara yetiştiğimiz zaman bize yaklaşıyor gibi görünür, ama belli bir uzaklıktan geçip bizden uzaklaşırlar.

Güneş sistemindeki gezegenler gibi, yıldızlar da birbirlerinden uzakta ama aynı düzlem içindeki d airesel yörüngelerde dönüyor olsalardı, çarpışma olasılığı asla mevcut olmayacaktı.

Aslında, Galaksi'nin

15 milyar yıllık tarihi boyunca yıldızlar kendilerini böyle bir düzene uydurmuşlar ve Galaksi'nin etekleri, düzlemi galaktik çekirdekten geçen yassı bir halka oluşturmuştur. Güneşin yörüngesinde yirm i beş

devir tamamlamış olması ve Yeryüzü'nün jeolojik kayıtlarında herhangi bir bozukluğa rastlamamamız

gerçeği bu sistemin ne denli uyumlu bir şekilde çalıştığını göstermektedir.

Bununla birlikte, güneş sisteminde belli başlı dokuz gezegen varken Galaksi'nin eteklerinde milyarlarca büyük yıldız bulunmaktadır. Yıldızların

büyük bir bölümünün yörüngelerinin düzenli olmasına kar-00

şm, kurala uymayan küçük b ir yüzde bile, yörüngesi sorun yaratacak pek çok yıldız demektir.

Bazı yıldızların yörüngeleri son derece eliptiktir.

Böyle bir yıldızın yörüngesi bizimkine dokunuyor olabilir, ama güneş dokunma noktasında olduğu zaman yıldız çok uzaktadır ya da tersi olmaktadır. Gelecekte, güneşin ve diğer yıldızın değme noktasına aynı zamanda varmaları kaçınılmaz olacaktır, ama bu, çok uzun bir «gelecek» olabilir.

Daha da kötüsü, yörüngelerin değişmesidir. İki yıldız birbirine yaklaştığı zaman, bir diğerinin gezegen sistemlerini (eğer varsa) bozmasalar da karşılıklı yerçekimi etkisiyle birbirlerinin yörüngelerini de

ğiştirebilirler. Örneğin, Galaksi'nin öte yanındaki iki yıldız birbirlerine yaklaşabilir ve birinin yörüngesi değişebilir. Öyle ki, hiçbir zaman güneşe yaklaşmayacak olan yıldız, artık güneşe yaklaşabilir.

Tabii, bunun tersi de olabilir. Yörüngesi güneş

sistemini rahatsız edebilecek şekilde olan b ir yıldız, yörüngesinin değişmesiyle bizden uzaklaşabilir.

Eliptik yörüngeler başka bir ilginç sorun daha sunmaktadır. Belirgin bir eliptik yörüngeye sahip bir yıldız şimdi Galaksi'nin bu bölgesinde bulunuyor olabilir, ama yüzlerce milyon yıl sonra yörüngesinin

öbür ucuna hareket etmiş ve galaktik çekirdekten son derece uzaklaşmış olabilir. Şimdiki haliyle yıldızı çekirdeğe yaklaştıracak olan böyle bir eliptik yörünge, bu durumda bir tehlike yaratmaz.

Eliptik bir yörünge, yakınımızda bulunan bir y ıldızı yüzlerce milyon yıl sonra Galaksi'nin içlerine sokabilir ve galaktik çekirdeğe son derece yaklaştırabilir.

Çekirdeğe yaklaşıldıkça yıldızlar daha yoğun bir şekilde dağılırlar, yörüngeleri daha az düzenli ve dengelidir. İçerlere doğru hareket eden bir yıldız yörüngesinin bozulması olasılığını arttırır. Doğrudan çarpışma olasılığı çok küçüktür ama eteklere göre yine de büyüktür. Yörüngelerin bozulabileceği kadar çok 91

yaklaşmalar olması olasılığı da aynı oranda artmaktadır ve hissedilir derecede büyümektedir.

Eteklerde bulunan ve yörüngesi tarafından çekirdeğe götürülecek olan bir yıldız yörüngesindeki küçük bir sapmayla daha önce bizim için tehlikeli olmazken şimdi tehlike yaratabilir. Aslında, yörüngedeki bir sapma bizi doğrudan doğruya etkileyebilir.

Biraz önce, Plüto'nun otuz katı kadar uzaklıktan bizi sıyırarak geçecek olan bir yıldızdan söz ettim.

Dedim ki, bu bizi hiçbir şekilde etkilemeyecektir. Bunu güneşin ve dünyanın çevresinin işlevleri açısından söyledim. Yıldız bir ışık yılı uzaktan geçseydi de yine bir şey olmayacaktı.

Ancak, yakınımızdan geçen bazı yıldızlar aşırı ısı gibi açılardan bizi etkilemese de, güneşin ğalaktik merkez etrafındaki dönüşünü az çok yavaşlatabilirler.

Bu durumda, güneşin hemen hemen dairesel olan yörüngesi eliptik bir hale dönüşebilir ve güneş bundan, önceki iki düzine devrine göre çekirdeğe daha fazla yaklaşabilir.

Ğalaktik çekirdeğe yaklaştıkça yörüngede daha başka sapmalar olması olasılığı artmaktadır. Kötü bir talih sonucu, diyelim bir milyar yıl sonra, güneş, kendisini galaksinin iç bölgelerine götürecek bir yörüngeye girebilir ve bu durumda arka plandaki şiddetli radyasyon tüm yaşamı silebilir. Yine de, bu olasılıklar çok küçüktür ve önümüzdeki bir trilyon yıl içinde 80.000de 1 kadardır.

Bununla birlikte bu 80.000de 1 olasılık tek tek yıldızları içerir. Peki küresel kümeler ne olacak? Küresel kümeler ğalaktik düzlem üzerinde değildir ama çekirdek etrafına küresel bir kabuk şeklinde dağılmıştır. Bütün küresel kümeler ğalaktik çekirdek etrafında döner ama dönme düzlemleri ğalaktik düzlemle geniş bir açı meydana getirir. Eğer şimdi küresel bir kümenin konumu ğalaktik düzlemin üzerindeyse, bu küme yörüngesi boyunca hareket ederken ğalaktik.

düzlemi kesecek, oldukça altına inecek, sonra galaktik düzlemi yeniden keserek yukan çıkacaktır.

Eğer bir küresel küme galaktik merkezden bizim kadar uzaktaysa her 100 milyon yılda bir galaktik düzlemi kesecektir. Eğer daha yalansa bu işi daha kısa aralıklarla, daha uzaksa daha uzun aralıklarla yapacaktır. Böyle 200 küme olabileceğine göre, kümelerin çekirdekten uzaklığı güneş sisteminin uzaklığına eşitse, bunların 500 milyon yılda bir galaktik düzlemden geçeceklerini umabiliriz.

Küresel b ir kümenin enkesit alanı alelade bir yıldızın milyar kere m ilyar katıdır, Böylece, galaktik

düzlemden geçerken b ir yıldızla çarpışma olasılığı tek bir yıldız geçseydi olacağından milyar milyar kez fazladır.

Kesinlikle, çarpışmaların özelliği aynı değildir.

Eğer güneş bir yıldızla çarpışsaydı bu apaçık bir çarpışma olacaktı. Öte yandan güneşimiz küresel bir kümeyle karşılaştığı zaman bu gerçek bir çarpışma olmayacaktı. Küresel kümelerin yıldızlarla kaynıyor gibi görünmesine karşın, belli bir mesafeden bakıldığında, büyük uzay boşluklarına sahip oldukları anlaşılır.

Güneşimiz küresel bir kümenin arasından geçseydi, bireysel yıldızlarla çarpışma olasılığı trilyonda bir

olacaktı.

(Büyük bir olasılık değil ama galaksinin eteklerine göre daha fazla.)

Küresel bir küme çarpışma sırasında güneşe fiziksel bir zarar vermese de (hattâ ışık ve ısıyla dünyanın çevresini de etkilemese) güneşin yörüngesinde hatırı sayılır bir sapma meydana getirecektir ve bu değişiklik iyiye doğru olmayacaktır.

Yörüngedeki sapma çarpışma olasılığını arttıracak ve güneş kümenin ortasından geçen bir yol tutturacaktır. Yıldızlar merkezde daha yoğun olarak da

ğılmış olduğundan gerçek çarpışma olasılıkları artacaktır. Ayrıca, güneş, merkezde bulunan ve kendisinin bin katı kütleye s-ahip bir kara deliğe de yakla-

şâbilir.

Yörüngenin sapması ya da güneşin yakalanması olasılığı ciddi olabilir. Öyle olmasa da, bir kara deli

ğin yakınındaki enerjik radyasyon, gezegenin fiziksel yapısını etkilemese de Yeryüzü'ndeki yaşama son verebilir.

Bütün bunların gerçekleşmesi olasılığı çok küçüktür. Pek fazla küresel küme yoktur ve dünyadan bir düzine ışık yılı uzaktan geçen birkaçı tehlike yaratmaz. En kötü olasılıkla, bir ya da ikisi bunu başarabilir ama bunların güneşin tam yaklaştığı sırada galaktik düzlemden geçme olasılıkları gerçekten çok küçüktür.

Dahası, küresel bir kümenin bizimle çarpışması olasılığı, tek bir yıldızın yakın yaklaşması olasılığından daha azdır. Küresel küme aynı uzaklıktaki bir yıldızdart çok daha dikkati çekici bir cisimdir ve çarpışma yaratabilecek şekilde yaklaştığı zaman milyarlarca yıl önceden uyarılmış olacağız.

Mini Kara Delikler

Görünen cisimler söz konusu olduğunda biliyoruz ki, güneşimiz milyonlarca yıl güvenlik içindedir. Bu zamandan daha önce bize yaklaşabilecek şekilde üzerimize gelen hiçbir görünür cisim yok. Ama, uzayda saptayamadığımız ve varlıklarını fark edemediğimiz cisimler bulunamaz mı? Bunlardan biri herhangi bir uyarıda bulunmadan bize yaklaşıyor, hattâ güneşle çarpışma yolunda bulunuyor olamaz mı? Cygnus X-1

gibi, galaksilerin ve küresel kümelerin ortalarındaki dev kara deliklere benzemeyen ve galaktik çekirdek etrafında yörüngede dolaşan küçük kara deliklere ne demeli? Tabii, Cygnus X -l'in varlığı, mükemmel bir şekilde görülen eş yıldızından yuttuğu maddelerden anlaşılmaktadır. Ama, bir kara deliğin eşi olmayan tek bir yıldızın çökmesiyle

meydana geldiğini varsayın.

94

Böyle tek yıldızdan meydana gelmiş bir kara de ligin güneşin beş katı kütleye sahip olduğunu düşünelim. Kendisini maddeyle besleyecek ve böylece X-ışm.

lan üretilmesine neden olabilecek bir eş yıldızı yoktur. Bu kara deliği beslemek için yalnızca seyreltik gaz kümeleri bulunacaktır ki bunlar uzak mesafelerden saptanabilecek X-ışmları üretemezler.

Böyle bir kara delik bir ışık yılı yakınımızda olabilir ama belki fiziksel olarak çok küçüktür ve radyasyon açısından saptanamayacak kadar pasiftir. Gü.

neşe doğru ilerlese de biz bunu anlayamayız. Önümüze dikilinceye, yerçekimi alanıyla gezegen sistemimizde beklenmedik sapmalar meydana getirinceye, ya da çok sönük olan ama düzenli bir şekilde şiddetlenen X-ışım kaynağı tespit edilinceye dek bu kara deliğin farkında olamayız. Böylece, dünyamızın sona ermesinden birkaç yıl öncesine dek herhangi bir uyarı almayız. Kara delik, çarpışmadan güneş sisteminin içinden geçse bile, yerçekimi alanıyla güneş sisteminin hassas bir şekilde ayarlanmış mekanizmasını tahrip edebilir.

Böyle bir şeyin meydana gelmesi olasılığı var mıdır? Pek fazla değil. Yıldızın çöktüğü zaman kara delik meydana getirmesi için çok büyük olması gerekir ki, bu derece büyük yıldızların sayısı fazla değildir.

Gökyüzünde belki de görünen her 10.000 yıldıza kar

şılık yalnızca b ir tane yıldız boyutlarında bir kara delik bulunmaktadır. Alelade bir yıldızın bir trilyon yıl içinde güneşle çarpışması olasılığı 80.000'de l 'se, y ıldız boyutlarında bir kara deliğin çarpışması olasılığı 800 milyonda l 'dir. Bu olay gelecek yıl içinde gerçekleşebilir, ama gerçekleşmesi olasılığı sekstilyondat1) birdir ve böyle b ir olasılık hakkında endişelenmek tümüyle gereksizdir.

Olasılıkların felaket aleyhine olmasının bir nedeni, yıldız boyutlarındaki kara deliklerin sayıca çok az (t) 21 sıfırlı rakam, 1021. (Y. N.) 95

olmasıdır. Gayet iyi bilinmektedir ki, gökcisimlerinin boyutça küçük olanları irilerinden sayıca çok daha fazladır. Küçük kara delikler sayıca büyük kara deliklerden daha fazla olamaz mı? Küçük bir kara delik çarptığı zaman büyüğü kadar etkin olmasa da yeterince hasar verebilir ve küçük kara delikler sayıca çok olduklarından, çarpma olasılıkları tehlikeli derecede yüksektir.

Bununla birlikte, günümüzün evreninde, kütlesi güneşten birkaç kat küçük kara deliklerin bulunması olası değildir. İri b ir yıldız kendi yerçekiminin

etkisiyle sıkışarak kara delik haline gelir. Görünüşe göre küçük bir yıldızda böylesine sıkıştırıcı kuvvetler yoktur.

Ancak, tehlike böylece sona ermiyor. 1974'de İngiliz fizikçisi Stephen Hawking'in ileri sürdüğüne göre, büyük patlama sırasında dönen maddeler ve radyasyon inanılmaz derecede basınçlar meydana getirmiş ve yıldız büyüklüğünden 1 kilogramlık küçük cisimlere kadar sayısız kara delikler oluşturmuşlardır.

Hawking, yıldızlardan daha küçük olan bu kara deliklere «mini kara delikler» adını verdi.

Hawking'in hesaplan kara deliklerin bütün kütlelerini alıkoymadıklarını ve bunlardan maddenin kaçmasının mümkün olduğunu gösterdi. Görünüşe göre Schwarzschild yarıçapında alt atomik çiftler meydana gelebilmekte ve bunlar ters yönlere doğru hızla hareket etmektedir. Parçacıklardan biri kara deliğin içine girerken diğeri dışarı kaçmaktadır. A lt atomik parçacıkların bu düzenli kaçışı, kara deliğin sıcak ve sürekli olarak buharlaşan bir cisim gibi davranmasına neden olur.

Kara deliğin kütlesi azaldıkça sıcaklığı artar ve daha hızlı buharlaşma eğilimi gösterir. Bu demektir ki, mini kara delik buharlaşma yoluyla küçüldükçe sıcaklığı yükselir ve buharlaşma sürekli olarak artar, ta ki mini kara deliğin son parçası patlayıp yok olana dek.

Çok küçük mini kara delikler evrenin 15 milyar yıllık tarihine dayanmış olamazlar; çoktan yok olup gitmişlerdir. Bununla birlikte, bir mini kara delik başlangıçta bir buzdağından daha büyük bir kütleye sa-hiptiyse şimdiye dek kalacak denli yavaş buharlaşmıştır. öm rü boyunca madde yutmayı başarabilmişse ki büyük bir olasılıkla başarmıştır, daha da soğumuş

ve ömrünü daha da uzatacak denli yavaş buharlaşmıştır. I1) En küçük kara 'deliklerin kaybolmuş olduklarım kabullensek bile hâlâ küçük bir asteroidden ay boyutlarına kadar değişen pek çok mini kara delik bulunabilir. Hawking, Galaksi'nin her ışık yılı küpünde üç yüz mini kara delik bulunabileceğini tahmin etmiştir. Eğer genellikle maddenin dağılış şeklini izlemişlerse, çoğu galaktik çekirdektedir. Bizim bulundu

ğumuz eteklerde, her ışık yılı küp içinde otuz kadar mini kara delik bulunabilir. Bu demektir ki, mini kara delikler arasındaki ortalama uzaklık güneşle Pluto arasındaki mesafenin yaklaşık beş yüz katıdır. Bize en yakın kara delik, bir olasılıkla bizden 1,6 trilyon kilometre uzaktadır.

Astronomik kıstaslara göre yakın olan bu mesafe içinde bile kara deliğin rahatça dolaşabileceği kadar yer vardır ve bir zarar vermesi olasılığı yoktur.

Bir mini kara deliğin zarar verebilmesi için doğrudan doğruya çarpması gerekir. Yıldız büyüklüğündeki kara delikler içinse bu gerekli değildir. Yıldız bo-

<1) Yıldız büyüklüğündeki kara deliklerin sıcaklıkları mutlak sıcaklığa derecenin milyonda biri kadar yakındır, dolayısıyla bunların buharlaşması için ikinci kozmik yumurtanın oluşumuna kadar geçecek sürenin trilyon trilyon trilyon katı zaman gerekir. Bu süre içinde de önemli miktarlarda madde yutmuş olacaklardır. Bundan dolayı, yıldız boyutlarındaki kara

delikler giderek büyür, ama asla küçülmezler. Hawking'in yeni görüşleri ancak mini kara delikler içindir, özellikle de küçük mini kara delikler için.

insanlığın geleceği

97/7

yutlarmdaki bir kara delik güneşin oldukça uzağından geçebilir ama bu geçişi sırasında yarattığı gelgit etkisiyle güneşin özelliklerini ciddi bir şekilde değiştirebilir. Ayrıca tehlikeli sonuçlar yaratacak şekilde güneşin yörüngesini saptırabilir. Aynı şekilde, dünyayı yörüngesinden çıkartabilir.

ö te yandan bir mini kara delik ne güneşi ne de belli başlı gezegenleri etkilemeden güneş sisteminden geçip gidebilir. Bildiğimiz kadarıyla çok sayıda kara delik bizi sıyırıp geçmiştir ama pek azı bize zarar vermeden gezegenler arasından geçmiş olabilir.

Eğer bir kara delik gerçekten güneşe çarparsa ne olacaktır? Kütlesi söz konusu olduğu sürece olasılıklar güneşin ciddi b ir şekilde etkilenmeyeceği yolundadır.

Ayın kütlesine bile sahip olsa, bu, güneşin

1/26.000.000'udur ve sizin yanınızdaki bir su damlasının onda biri gibidir.

Ancak, söz konusu olan yalnızca kütle değildir.

Güneşle çarpışmak üzere ilerleyen ayın kendisi olsaydı, pek hızlı hareket ediyor olmadıkça, güneşle çarpışma anına kadar buharlaşacaktı. Çarpışma sırasında bir kısmı katı olarak kalsa bile fazla derinlere inemeden yine buharlaşacaktı.

Buna karşılık, bir kara delik buharlaşmaz ya da herhangi bir şekilde güneşten etkilenmez. Güneşin içine dalıp girecek, giderken kütle yutacak ve muazzam enerji üretecektir. Güneşin içinde hareket ederken büyüyecek, güneşin arasından boylu boyunca ge

çecek ve ayrılırken daha büyük bir kara delik haline gelmiş olacaktır.

Bunun güneş üzerindeki etkisini tahmin etmek güçtür. Eğer üst tabakalar arasından şöyle bir yalayarak geçerse etkisi pek öldürücü olmayabilir. Ama ortadan çarparsa nükleer reaksiyonların meydana geldiği ve güneş enerjisinin üretildiği merkezi altüst edecektir.

O zaman ne olacağını bilmiyorum. Her şey güne

şin kendisini ne kadar çabuk «iyileştirebileceğine*

bağlı olabilir. Belki de güneşin enerji üretimi duracak ve yeniden başlamaya fırsat bulamadan çökecek ya da patlayacaktır. Her iki halde de, bu, mutlak bir felaket olacaktır.

Bir mini kara deliğin güneşe göre oldukça düşük bir hızla güneşe çarptığını varsayalım. Güneş maddesinin arasından geçerken karşılaşacağı direnç onu ya.

vaşlatabilir ve güneşi artık terk edemez, merkezine yerleşir kalır.

O zaman ne olacak? Güneşin maddesini içeriden yavaşça tüketecek midir? Eğer öyle olursa, meydana gelen farklılığı dışardan bakarak söylememiz mümkün olmaz. Güneş kütlesini tutacak, yerçekimi alanı de

ğişmeden kalacak, gezegenler herhangi bir aksama olmadan dönmeye devam edecek, güneş belki de hiç bir şey olmamış gibi enerjisini yaymayı sürdürecek. Ama belli bir an gelecek ve güneşin bugünkü biçimini koruyabilmesi için yeterli normal madde kalmayacak.

Hepsi bir kara delik halinde çökecek ve büyük miktarlardaki öldürücü radyasyon Yeryüzü'ndeki yaşa^

mı yok edecek. Radyasyonun etkisinden kurtulduğumuzu hayal etsek bile, Yeryüzü artık güneşin kütlesine sahip (dolayısıyla dünyanın yörüngesi değişmeyecek) bir kara delik etrafında dönecektir. Bu kara delik görülemeyecek kadar küçük olacak ve hiçbir radyasyon vermeyecektir. Yeryüzü'nün sıcaklığı mutlak sıfıra düşecek, bu da bizi öldürecektir.

Bir mini kara delik bir milyon yıl önce güneşe çarpmış olup da o zamandan beri faaliyetini sürdürüyor olabilir mi? Güneş, hiçbir uyarı vermeden,

ansızın yıkılabilir mi?

Buna mutlak bir hayırla yanıt veremeyiz, ama şunu anımsayalım ki mini kara delikler Hawking'in düşündüğü kadar çok sayıda olsa bile bunların güneşe çarpması olasılığı çok küçüktür. Güneşe merkezinden çarpması ve yakalanacak kadar düşük bir hızla gelmesi olasılığı daha da küçüktür. Aynca, Hawking'in sayıları akla yakın bir azami düzeye tem

sil eder. Mini kara deliklerin bundan çok daha az sayıda bulunmaları kuvvetli bir olasılıktır. Bu durum rastlantıları azaltacaktır.

Aslında, mini kara deliklerin varlığına ilişkin olarak Hawking'in hesaplamalarından başka b ir kanıt yoktur. Herhangi bir kara delik gerçekten saptanmış

değildir. Bunların varlığıyla açıklanabilecek herhangi bir olgu da gözlemlenmemiştir. (Cygnus X-1 gibi yıldız boyutlarındaki kara deliklerin varlığı bile bütün gökbilimcilerce kabul edilmemiş kanıtlara dayanmaktadır.) Bu tür felaketle ilgili tahminlerde bulunmadan önce evren hakkında daha fazla bilgi toplamamız gerekir. Yine de kanıtların felaketin meydana gelmeyeceği yolunda olduklarını kuvvetle söyleyebiliriz.

Herşeyden önce, güneş beş milyar yıldır çökmeden durmaktadır. Ayrıca, bir yıldızın, merkezine bir kara delik yerleşmiş gibi aniden göz kırptığına da

tanık olmadık.

Antimadde ve Bağımsız Gezegenler Serseri bir kara delik, bu evrende, fark edilmeden bize yaklaşabilecek tek cisim değildir. Aynı derecede tehlikeli bir başka cisim vardır ki bunun varlığı iyice tartışmalıdır.

Etrafımızdaki alelade madde, küçük bir çekirde

ğin etrafında dönen elektronlardan yapılmıştır. Çekirdek, proton ve nötron denilen iki tip parçacıktan meydana gelmiştir. Bunların ikisi de elektrondan 1.800

kat daha kütlelidir. Böylece çevremizdeki madde üç tip alt atomik parçacıktan meydana gelm iştir: elektron, proton ve nötron.

Yerçekiminin zamanla zayıflayacağını ilk kez ileri süren Paul Dirac, 1930'da, kuramsal olarak, «anti parçacıklar» ın bulunabileceğini gösterdi, örneğin,

elektrona benzeyen ama bunun tersi yük taşıyan bir 100

parçacık var olmalıydı. Elektronun eksi yük taşımasına karşılık, bunun anti parçacığı artı yük taşıyacaktı. İki yıl sonra, Am erikalı fizikçi Cari David Anderson (1905-) bu artı yüklü elektronu gerçekten saptadı. Buna «positron» adı verildi. «Antielektron» da denebilirdi.

Zamanla «antiproton» ve «antinötron» keşfedildi.

Protonun artı yük taşımasına karşılık antiproton eksi yük taşır. Nötron yük taşımaz, aynı şekilde antinötron da yük taşımaz, ama başka bazı özellikleri bakımından bunlar birbirinin zıttıdır. Antielektron, antiproton ve antinötron bir araya gelerek «antiatom-lan » oluşturabilirler ve antiatomlar da «antimadde»

yi meydana getirebilir.

Eğer bir antielektron elektronla karşılaşırsa ikisi birbirlerinin zıt özelliklerini yok eder ve kütleleri

«gamma ışınları» halinde enerjiye dönüşür. (Gamma ışınlan

X—ışınlarına benzer ama dalga boyları daha kısadır, dolayısıyla daha nerjikuirler.) A y nı şekilde antiproton protonu ve antinötron nötronu yok eder. Genel olarak, antimadde, karşılaştığı takdirde, eşdeğeri kütleye sahip normal maddeyi yok eder.

Bu sırada ortaya çıkan enerji miktan muazzamdır. Hidrojen bombasını patlatan ve yıldızların enerjisini temin eden hidrojen füzyonu, bu süreç sırasında maddenin yüzde 0,7 sini enerjiye dönüştürür. Oysa antimadde, maddenin yüzde 100 ünü enerjiye dönüştürür. Böylece, antimadde bombası, aynı kütledeki hidrojen bombasından 140 kez güçlüdür.

Bunun tersi de mümkündür. Enerji maddeye dönüştürülebilir. Ancak, enerji üretilmesi için hem madde hem de antimadde gerekli olduğundan, enerji

maddeye dönüştürüldüğü zaman her parçacığın kar

şılığı olan antiparçacığı da üretilir. Görünüşe göre, bunun başka bir yolu yoktur.

Fizikçiler laboratuvarda belli bir zamanda ancak birkaç parçacık ve antiparçacık üretebilirler. Oy

sa büyük patlamadan sonraki süre içinde enerji, tüm evreni meydana getirecek şekilde maddeye dönüştü.

Eğer durum böyleyse, aynı miktarda antimaddenin de meydana gelmiş olması gerekir. Öyleyse, antimadde nerededir?

Yeryüzü gezegeninde yalnızca madde vardır. Laboratuvarda birkaç antiparçacık meydana getirilebilir, kozmik ışınlarda da bunlardan bir miktar m evcuttur, ama bu kadarı bir hiç demektir ve bu antipar-

çacıklar maddeyle karşılaştıkları zaman hemen gam ma ışınlarına dönüşmektedir.

Bu bir kaç önemsiz olguyu kulak ardı edecek olursak, diyebiliriz ki Yeryüzü tümüyle maddeden meydana gelmiştir ve bu iyi bir şeydir. Yeryüzünün yarısı maddeden, yarısı da antimaddeden meydana gelmiş olsaydı, bir yarısı anında diğer yarısını yok edecek ve ortada Yeryüzü diye bir şey kalmayacaktı. Aslında, şurası kesindir ki, tüm güneş sistemi, tüm Galaksi, hatta tüm yerel küme maddeden oluşmuştur. Aksi halde şimdikinden çok daha fazla gamma ışını üretimi tespit edecektik.

Bazı galaktik kümeler maddeden, bazı galaktik kümeler de antimaddeden meydana gelmiş olabilir mi? Büyük patlama sırasında biri madde öbürü antimadde olan iki ayrı evren oluşmuş mudur? Bilmiyoruz. Antimaddenin nerede bulunduğu henüz çözülememiş bir bilmecedir. Eğer hem galaktik hem de antigalaktik kümeler varsa her iki grup da bütünlüklerini koruyabilir, çünkü genişleyen evren onları birbirinden ayrı tutmaktadır.

Rastlantısal bir olay sonucu antigalaktik kümeden bir miktar antimadde fışkırarak galaktik kümeye girebilir mi, ya da, galaktik kümeden bir miktar madde fışkırıp antigalaktik kümeye girebilir mi?

Eğer civarında boşluktan başka bir şey yoksa, galaksimizdeki bir antiyıldız yalnızca görünüşünden anlaşılmaz. Eğer civarında madde bulunursa, bu maddenin parçacıkları yıldızın saçtığı antimadde parça-102

ak larıyla reaksiyona gireceğinden, yıldız zaman zaman gamma ışınları yayınlayacaktır.

Şimdiye dek

böyle bir olgu gözlemlenmemiştir. Ancak, küçük cisimler büyük cisimlerden daha bol bulunduğundan ve daha kolay fışkırtılabileceğinden, galaksimizin şurasında burasında gezegen ya da asteroid boyutlarında antimadde bulunabilir.

Bunlardan biri herhangi bir uyanda bulunmadan güneşe çarpabilir mi? Her şeyden önce cisim, uzak mesafelerden görülemeyecek kadar küçük olabilir.

Görülse bile, çarpışma meydana gelinceye kadar bunun bir antimadde olduğunu anlamak mümkün olmayabilir.

Yine de böyle şeyler için fazla kaygılanmamıza gerek yok. Henüz galaksimize büyük miktarlarda antimadde girdiğini düşünmemize neden olabilecek herhangi b ir kanıt yok. ö y le bile olsa, bunların güneşle çarpışma olasılığı herhalde mini kara deliklerden daha fazla değildir.

Bir antimadde küresi güneşe çarpsa bile, bunun meydana getireceği hasar mini kara deliğe göre çok daha sınırlı olacaktır. Mini kara delik kalıcıdır ve güneşin zararına, giderek büyür. Öte yandan antimadde güneşin kendi kütlesine eşit bir parçasını yok etmekten başka bir şey yapmaz, sonra da kaybolur.

Geriye, güneş sistemine varmalarından çok önce pek fark edilemeyecek üçüncü bir grup cisim kalıyor. Bunlar ne kara delik ne de antimaddedir, yalnızca çok küçük oldukları için dikkatimizden kaçmış

alelade cisimlerdir.

Bunların var olduklarını şöyle kanıtlayabiliriz: Gökcisimleri içinde küçük gruptan olanların sayıca büyüklerden fazla olduklarım daha önce söylemiştim. Böylece küçük yıldızlar büyük yıldızlardan daha çoktur.

Kabaca güneş büyüklüğünde olan yıldızlar (orta büyüklükteki yıldızlardır bunlar) gördüğümüz yıldızların ancak yüzde 10'unu oluşturur. Güneşin küt-

leşinin on beş katı ya da daha fazla büyüklükteki dev yıldızlar çok daha azdır. Her dev yıldıza karşılık yüz kadar güneşimsi yıldız bulunmaktadır. Öte yandan, güneşin yarısı kadar ya da daha küçük olan yıldızlar, evrendeki yıldızların dörtte üçünü meydana getirir.

Güneşimizin beşte biri kadar bir yıldız, merkezindeki atomları parçalamaya ve bir nükleer reaksiyon başlatmaya yetecek kadar kütleli b ir yıldızdır.

Böyle bir cisim akkor haline kadar ısınır ve ancak soluk bir şekilde görülür.

Ne var ki, cisimlerin oluşumunda b ir alt sınır bulunduğunu ve bu alt sınırın nükleer reaksiyonu başlatacak kütleye tesadüf ettiğini düşünmek için bir neden yok. Merkezlerinde bir nükleer reaksiyon baş-

latamayacak kadar küçük «alt yıldızlar» oluşmuş olabilir, Bu tür parlamayan cisimleri, eğer bir güneş sisteminin parçasıysa, gezegenler olarak tanıyoruz. A k si halde, kendi başlarına oluşmuş, herhangi bir yıldıza bağlı olmayan ve bağımsızca galaktik çekirdek etrafında dönen gezegenlerdir.

Bu tür «bağımsız gezegen»ler yıldızlardan çok daha fazla sayıda meydana gelmiş olabilir. Yine de bizim tarafımızdan görülmezler; tıpkı, güneşin ışığını yansıtmadıkları takdirde, ne kadar yakın olsalar da, görülemeyecek olan güneş sistemi gezegenleri gibi.

Bu bağımsız gezegenlerden birinin güneş sistemimize girip tahribat yapması olasılığı nedir?

Bağımsız gezegenlerin en büyükleri yıldızların en küçükleri kadar yaygın olmalıdır. Ancak, yıldızlar arası uzayın enginliğini düşünecek olursak, bizimle karşılaşma olasılıkları fazla değildir. Küçük bağımsız gezegenlerin sayısı daha da çok olmalıdır. Böylece, bir cisim ne kadar küçükse güneş sistemine girme olasılığı o kadar büyüktür, Asteroid büyüklüğündeki bağımsız gezegenlerin güneş sistemine girmesi, varlıkları tartışmalı olan mini kara delilerden ya da antimaddelerden daha ola-104

6 / GÜNEŞİN ÖLÜMÜ

Enerji Kaynağı

Güneş sistemine dışardan yabancı cisimlerin gir.

mesiyle meydana gelebilecek ikinci grup felaketler önemli görünmemektedir. Bunların olasılıkları bazı hallerde öyle düşüktür ki, yeni

bir kozmik yumurtanın oluşumu gibi birinci grup felaketler daha baskın çıkmaktadır. Diğer durumlarda,

yabancı cisimlerin

güneş sistemine girmesi daha olasıdır ama güneşe zarar verme güçleri düşüktür.

Öyleyse, ikinci grup felaketleri toptan kulak ardı edebilir miyiz?

Evren sona erinceye dek güneşin ayakta kalabileceğine karar verebilir miyiz?

Asla! Dışardan bir müdahale olmasa da, güneşin güvenlik içinde bulunmadığını düşündürecek nedenlerimiz var. İkinci gruptan olan ve güneşin bütünlü

ğünü ilgilendiren bu felaket kaçınılmazdır.

Bilim öncesi zamanlarda, güneş, sevecen bir tanrı olarak görülüyordu; ışığı ve sıcaklığı borçlu oldu

ğumuz bir tann. Gökteki hareketleri yakından izleniyordu. Güneş 21 Haziran'a kadar gökte yükseliyor, bu tarihten sonra 21 Aralık'a kadar alçalıyordu. Daha sonra bu çevrim devam edip gidiyordu. 21 Haziran yazın, 21 Aralık ise kışın gündönümüdür.

Tarih öncesi kültürlerde bile, güneşin konumunu son derece doğrulukla belirleyen yöntemler vardı. Örneğin, höyük taşları, diğer başka işlevlerinin

yanı sıra gündönümlerini işaret ediyordu.

Doğallıkla, güneşin hareketlerinin gerçek özellikleri bilinmeden önce, kış gündönümüne kadar alçalan güneşin yeniden yükseleceğine güvenilemiyordu.

Güneş sonsuza dek alçalabilir, dünya sona erebilirdi.

Böylece, İskandinavya mitolojisine göre dünyanın sonunun geldiği «Fimbuhvinter» tarafından ilan edilir.

Güneş kaybolduktan sonra üç yıl süren ürkütücü bir 105

sidir. Ancak, bağımsız gezegenler bu iki cisimden çok daha az tehlikelidir. Mini kara delikler eğer güneşe çarparsa, sınırsız olarak madde yutacaktır. Antimaddeler ise maddeyi yok edecektir. Alelade maddeden yapılmış olan bağımsız gezegenler yalnızca buharla-

şacaktır.

Güneşe yaklaşmakta olan bir asteroidi fark etti

ğim iz zaman, bunun yıldızlar arası uzaydan mı geldiğini, yoksa bizim sistemimizde önceden beri bulunup da yörüngesinde meydana gelen bir

bozukluktan dolayı güneşe doğru hareket mi ettiğini söyleyemeyiz.

Bu tür cisimler, herhangi bir zarar vermeden, sayısız kez güneş sistemimizden geçmiş olabilirler. Dış

güneş sisteminde bulunan ve yörüngeleri kuşkulu bir şekilde düzensiz olan bazı cisimler güneş sistemine sonradan yakalanmış bağımsız gezegenler olabilirler.

Bunlar arasında Neptün'ün dış uydusu Nereid, Satürn'ün en dıştaki uydusu Phoebe ve Satürn ile Uranüs arasında eliptik bir yörüngeye sahip olan Chiron bulunmaktadır. Chiron 1977'de keşfedilmiştir.

Hepimiz biliyoruz ki, aslında Pluto ve 1978'de keşfedilmiş olan uydusu, güneş tarafından sonradan yakalanmış küçük, bağımsız bir «güneş sistemi» oluşturuyor olabilir. Bu düşünce Pluto'nun yörüngesinin alışılmamış eğimini ve dışmerkezliğini daha az şaşırtıcı bir hale getirmektedir.

Geriye yıldızlar arası uzayda

karşılaşabileceğimiz başka tip cisimler kalıyor: Toz bulutları ve tek tek atomlar. Yıldızlararası uzayda bu tür toz ve gaz bulutları öylesine yaygındır ki, güneş kuşkusuz bunlarla geçmişte pek çok kez çarpışmıştır. Bu tür cisimlerin güneşle çarpışması dikkate alınmayabilir,

ama durum bizler için öyle değildir. Bu konuyu daha sonra uygun bir zamanda tekrar ele alacağım.

soğuk ve karanlık dönemi gelir; daha sonra da Ragnarok ve dünyanın sonu... Güneşin hayırseverliğine duyulan inancın güçlü olması gereken güneşli iklimlerde bile, kış gündönümünden sonra güneşin yeniden yükselmesi büyük bir rahatlama nedeniydi.

En iyi bildiğimiz gündönümü kutlamaları Romalılarınkidir. Romalılar, tarım tanrısı Satürn'ün, yiyeceğin bol, ürünlerin zengin olduğu eski bir altın çağda toprağı yönettiğine inanıyorlardı. Bu yüzden, kış

gündönümü haftası, yaz mevsimini ve Satürn'ün eski, altın çağının dönüşünü vaad eden bir hafta olarak 17 Aralık'tan 24 Aralık'a kadar «Saturnalia» adıyla kutlanırdı. Bu, bir sevinç ve neşe haftasıydı. İş

yerleri kapanır, herkes birbirine hediyeler verirdi. Bu, bir kardeşlik haftasıydı; uşaklara ve kölelere, efendileriyle eğlenmeleri için izin verilirdi.

Saturnalia kaybolmadı. Hıristiyanlık Roma İmparatorluğunda güç kazandıkça, güneşin doğuşunun

sevincini bastırmanın mümkün olmadığı anlaşıldı.

Böylece İ.S. 300 yılında, gelişigüzel bir şekilde 25

Aralığın İsa’nın doğum günü olduğu ilan edildi ve bu kutlama böylece Hıristiyanlıkça benimsendi. (İncil'de İsa’nın doğuşuyla ilgili bir tarih kesinlikle yoktur.) Böylece, güneşin doğuşu kutlaması, Oğul’un do

ğuşu kutlamasına dönüştü.

Doğallıkla, Hıristiyanlık, evrende görülen hiçbir şeyin tanrılaşmasına izin veremezdi. Böylece güneş, tanrısal konumundan uzaklaştırıldı.

Tanrı’nın onu

Yaratılış’ın dördüncü gününde yaratmasından başlayarak, yine Tanrı’nın onu yok etmeyi isteyeceği güne kadar, Güneş, değişmez, sürekli ve yetkin bir ışık küresi olarak kabul edildi. Var olduğu sürece, güne

şin parlaklığı ve bozulmaz yetkinliği Tanrı’nın gözle görülen değişmez bir simgesiydi.

Bilimin, bu gizemli manzarayı ilk bozuşu, Galileo’

nun 1609’da güneş üzerinde lekeler keşfetmesiyle ger

çekleşmiştir. Galileo’nun gözlemleri bu lekelerin güneşin bir parçası olduğunu ve güneşi örten bulutlar 107

olmadığını gösterdi. Güneşin yetkin olmadığı anlaşılınca, sonsuz olabileceği konusunda da kuşkular doğdu. Bilim adamları Yeryüzü üzerindeki enerji hakkında bilgilerini arttırdıkça, güneşin enerji kaynağını daha fazla merak etmeye başladılar.

Enerjinin sakinimi yasasının

önemli kaşiflerinden biri olan Helmholtz, 1854'de, güneş enerjisinin

kaynağının ortaya çıkarılmasının hayati önemi oldu

ğunu anladı, aksi halde enerjinin sakinimi yasası ge

çerliğini yitirecekti. Helmholtz'a mantıklı görünen bir kaynak, yerçekimi alanıydı. İleri sürdüğüne göre, güneş, kendi yerçekimi etkisiyle sürekli olarak büzülüyordu ve içeri doğru hareketten kaynaklanan enerji radyasyona dönüşüyordu. Eğer durum böyle idiyse, giineğin enerji stoku sınırlı idiyse, güneşin bir başlangıcı ve bir sonu olacaktı. (1) Helmholtz'un düşüncesine göre, güneş başlangıçta çok seyreltik bir gaz bulutuydu ve pek şiddetli olmayan yerçekimi alanının etkisiyle yavaşça büzülür ken h afif bir radyasyon enerjisi veriyordu. Ancak, büzülme devam edip de yerçekimi alanı şiddetlendikçe, büzülme süreci hızlandı ve bugün bildiğimiz enerjiyi üretmeye başladı.

25 milyon yıl önce güneş 300 milyon kilometre çapma büzüldü. Ancak ondan sonra dünyanın yörüngesinden daha küçük boyutlara indi. Dünya bundan sonra oluşmuş olmalıdır.

Güneş gelecekte yok olacak, çünkü sonuçta artık sıkış anlayacağı bir noktaya ulaşınca enerji kaynağı tükenecek ve radyasyonu duracak, soğuk ve ölü bir cisim haline gelecek, bu da bizim sonumuz olacak.

(1) Gerçekten de, eğer sakınım yasası geçerliyse, güneşin kaynağı, her ne olursa olsun, sınırlıdır. Öyleyse, enerjinin sakinimi yasasına göre güneş doğmuş olmalıdır ve bir gün ölecektir. Diğer bir deyişle, güneş bir zamanlar bugün bildiğimiz güneş değildi ve ilerde bir gün de bildiğimiz güneş olmaktan çıkacaktır. Tartışmalı olan, yalnızca bu sürecin ayrıntılarıdır.

Güneşin dünya yörüngesi boyutlarından bugünkü boyutlarına gelmesi için 25 milyon yıl geçtiğini düşünürsek, güneşin büzülüp yok olması yaklaşık 250.000

yıl alacaktır.

Yeryüzü kabuğundaki son derece yavaş değişiklikleri inceleyen jeologlar, Yeryüzü'nün 25 milyon

yıldan daha yaşlı olduğuna karar verdi. Biyolojik evrimin aynı şekilde yavaş değişimini inceleyen biyologlar da bunu kabul etti. Helmholtz'un yolundan gidince enerjinin sakinimi yasasım çiğnemekten ya da güneşe yeni ve daha büyük bir enerji kaynağı bulmaktan başka çare kalmıyordu. Durumu kurtaran ikinci seçenekti. Yeni bir enerji kaynağı bulundu.

1896’da Fransız fizikçisi Antoine Henri Becquerel (1852 - 1908) radyoaktiviteyi keşfetti ve atomun çekirdeğinde hayal edilemeyecek güçte enerji bulunduğu ortaya çıktı. Eğer güneş herhangi bir şekilde bu enerji kaynağını kullanabiliyorsa, sürekli olarak büzüldü-

ğünü düşünmeye gerek kalmayacaktı. Nükleer enerji dolayısıyla boyutları fazla değişmeden uzun süre radyasyon verebilirdi.

Güneşin ve genel olarak yıldızların nükleer enerjiden güç aldıklarım söylemek yeterli değildir. Güneş

bu enerjiyi nasıl kullanabilmektedir?

1862 yılında İsveçli fizikçi Anders Jonas Angst-rom (1814-74) güneşteki hidrojeni spektroskopik ola.

rak inceledi. Zamanla, elementlerin en basiti olan hidrojenin güneşte bol miktarda bulunduğu anlaşıldı.

I929’da Am erikalı gökbilimci

Henry Norris Russel

(1877- 1957) aslında güneşe hakim olan maddenin bu olduğunu gösterdi. Şimdi güneşin kütlece yüzde 75

hidrojen ve yüzde 25 helyum (ikinci en basit element) olduğunu biliyoruz. Daha karmaşık atomların yüzdesi çok küçüktür. Yalnızca buradan bile açıkça görülüyor ki, eğer güneşin radyasyon enerjisini nükleer reaksiyonlar sağlıyorsa, bu reaksiyonlardan hidrojen ve helyum sorumludur. Bunlar kadar bol başka hiçbir şey yoktur.

1920'lerde îngiliz gökbilimcisi Arthur S. Edding-ton (1882- 1944) güneşin merkezindeki sıcaklığın m ilyonlarca derecede olduğunu saptadı.

Bu sıcaklıkta

atomlar parçalanır ve merkez nükleer reaksiyonları başlatacak şekilde sıkışır.

Güneş, Helmholtz'un varsayımındaki gibi seyreltik bir toz ve gaz bulutu olarak başladı. Yavaşça büzülerek radyasyon verdi. Ancak bu, günümüzdeki boyutlarına gelinceye ve nükleer reaksiyonları başlatmaya yetecek kadar ısınıncaya dek gerçekleşmedi.

Ama bu durum bir kez gerçekleşince, boyutlarını ve radyasyon şiddetini korudu.

Sonunda 1938’de Alman asıllı Amerikan fizikçisi Hans Albrecht Bethe (1906 —) nükleer reaksiyonlara ilişkin laboratuvar verilerini kullanarak, güneşin merkezinde gerçekleşmesi olası reaksiyonların özelliklerini gösterdi. Bu reaksiyonlar, hidrojen çekirdeğinin helyum çekirdeğine dönüşmesini

(«hidrojen füzyonu») içeriyordu.

Hidrojen füzyonu,

güneşin şimdiki parlaklığını

uzun süre koruyabileceği kadar enerji sağlar. Gökbilimciler güneşin şimdiki haliyle yaklaşık 5 m ilyar yıldır parladığından son derece emin. Aslında, şimdi, güneşin, Yeryüzü’nün ve güneş sisteminin, bugünkü haliyle 4 milyar yıldır var oldukları düşünülmekte, Bu zaman, jeolog ve biyologların gözlemlediği değ

şikliklere izin verecek kadar yeterli.

Bu, ayrıca, güneşin, Yeryüzü’nün ve güneş sisteminin dışardan müdahale edilmediği takdirde daha milyarlarca yıl var olabileceği anlamına gelmekte.

Kızıl Devler

Nükleer enerji güneşe güç verir ama bu, onun sonunu yalnızca geciktirr.

Enerji stoku milyarlarca

yıl daha sürecek ama sonunda tükenecektir.

1940’lara kadar, güneşin enerji kaynağı ne olur

sa olsun, bu kaynağın zamanla azalmasının güneşi sonunda söndüreceğine ve dolayısıyla Yeryüzıı’nün

donacağına inanılıyordu. Bununla birlikte, yıldızların evrimini incelemek için ortaya yeni yöntemler çıktı ve donma felaketinin yeterince açıklayıcı bir son olmadığı anlaşıldı.

Bir yıldız normal halinde denge içindedir. Yerçekimi kuvveti sıkışma eğilimi gösterirken, merkezinde, ki nükleer reaksiyonların sıcaklığı onu genişlemeye zorlar. Nükleer reaksiyonlar devam ettiği sürece bu iki kuvvet birbirini dengeler ve yıldız görünüşte de

ğişmeden kalır.

Yıldız ne kadar kütleli olursa, yerçekimi alanı o kadar büyüktür ve sıkışma eğilimi o kadar fazladır.

Böyle bir yıldızın kendini dengede tutabilmesi için merkezindeki nükleer reaksiyonların hızı daha büyük olmalıdır.

Dolayısıyla, b ir yıldız ne kadar kütleli olursa, o kadar sıcak olmak ve yakıtı hidrojeni o kadar hızlı tüketmek zorundadır. Elbette, yıldız ne kadar büyükse, başlangıçta o kadar çok hidrojen içermektedir, ama bu önemli değildir. Giderek daha kütleli yıldızlan düşünürsek görürüz ki, bu yıldızları dengede tutabilmek için başlangıçta bulunan hidrojene oranla çok fazla yakıt tüketmek gerekir. Bu demektir ki, büyük yıldızlar geniş hidrojen stoklarını hızlı bir şekilde kullanırlar. Yıldızın kütlesi büyüdükçe hidrojeni tüketme hızı artar ve çeşitli evrim aşamalannı daha çabuk geçirir.

Öyleyse,

birisinin

oturup

yıldız

kümelerini

incelediğini düşünelim; tek tek yıldızların görülemediği küresel kümeleri değil, bir kaç yüz ile bir kaç bin yıldız içeren «açık kümelerdi, Teleskopla görülebilen böyle bin kadar küme vardır ve Pleiades gibi bazılan, parlak yıldızları gözle görülebilecek kadar yakındır.

Açık bir kümedeki yıldızların hemen hemen hepsi, aynı zamanda aynı toz ve gaz bulutundan meyda111

na gelmiştir. Aynı noktadan başlamış olmakla birlikte cüsseli olanlar evrim sürecinde, küçük yıldızlardan daha ileriye gitmişlerdir ve bunların durumunu saptamak olanaklıdır. Eğer kütleye karşı sıcaklık ve parlaklık eğrisini çizecek olursak evrim süreci daha iyi belirlenir. Gökbilimciler, bunu rehber edinerek, yıldızın içinde ne olup bittiğini anlamak için nükleer reaksiyonlara ilişkin giderek artan bilgilerini kullanabilirler.

Yıldızın sonunda sönecek olmasına karşın, bundan önceki evre uzun sürer ve yıldız bu süre içinde aslında ısınır. Yıldızın çekirdeğindeki hidrojen helyuma dönüştükçe, çekirdek helyum açısından zenginle

şir ve yoğunlaşır. Artan yoğunluk yerçekimini şiddetlendirir ve yıldız sonunda daha sıcaklaşır. Bu nedenle tüm yıldız bir miktar ısınır ve çekirdeğin büzülmesine karşılık, yıldızın tümü biraz genişler. Sonuçta çekirdek iyice ısınır ve yeni nükleer reaksiyonlar

meydana gelir. Helyum çekirdekleri, karbon, oksijen, magnezyum, silisyum ve diğer karmaşık elementlerin çekirdeklerini oluşturmak üzere birleşir.

Merkezi çekirdek artık o kadar sıcaktır ki, yıldızın dengesi genleşme doğrultusunda bozulur. Yıldız, bütün olarak artan bir hızla genleşir. Yıldız genleştikçe, yayınladığı toplam enerji artar ama genleşmesi daha hızlı olduğundan enerji çok geniş bir yüzeye yayılır. Böylece, hızla büyüyen yüzeyin sıcaklığı dü

şer. Yüzey soğur ve başlangıçta akkor halindeyken artık kırmızı renkte parlar.

Sonuçta ortaya bir «kızıl dev» çıkar. Şimdi gökyüzünde böyle yıldızlar bulunmaktadır. Orion burcundaki Betelgeuse ve Akrep burcundaki Antares bunun birer örneğidir.

Bütün yıldızlar er geç kızıl bir dev haline gelir; büyük yıldızlar daha önce, küçük yıldızlar daha sonra...

Son derece cüsseli ve parlak öyle yıldızlar vardır ki, kızıl bir dev halinde şişmeden önce hidrojen 112

füzyon evresinde (bu evre genellikle «normal hal»

olarak adlandırılır) bir milyon yıldan daha az süre kalabileceklerdir. Son derece küçük ve sönük yıldızlarsa, kızıl birer dev haline gelmeden önce normal hallerinde 200 milyar yıl kalacaklardır.

K ızıl devlerin boyutları aynı zamanda kütleye bağlıdır. Yıldız ne kadar kütleli olursa o kadar çok şişer. Gerçekten cüsseli bir yıldız güneşin bugünkü çapının yüzlerce katma genleşir. Oysa çok küçük yıldızlar çaplarının ancak birkaç düzine katına genle-

şecektir.

Bu ölçeğe göre güneşimiz ne boyutlardadır? Güneş, orta kütleli bir yıldızdır, yani normal halinde ortalama bir süre kalacaktır. Sonunda da orta boyutlarda bir kızıl dev halini alacaktır. Güneş kütlesinde bir yıldız için normal halde kalma süresi belki 13 milyar yıldır. Güneş bunun yaklaşık 5 milyar yılını harcamıştır, demek ki önünde 8 milyar yıldan biraz fa zla bir zaman vardır. Bütün bu süre boyunca güneş

giderek ısınmaktadır. Normal halinin son bir milyar yılında ısınma o derece artacaktır ki, Yeryüzü üzerinde yaşanamayacak kadar sıcak bir hale gelecektir.

Sonuç olarak güneş, ancak önümüzdeki 7 milyar yıl boyunca Saturnalia'ya yaraşır bir yaşam verecektir.

m ilyar yıl az zaman değildir, ama birinci gruptan felaketlerin meydana gelmesi için geçecek süreye göre çok kısadır.

Güneşin kızıl dev evresine tırmanmaya başladığı ve Yeryüzü'nde yaşamın olanaksızlaştığı zaman bile, ikinci kozmik yumurtanın oluşumu için daha bir trilyon yıl gerekecektir. Göründüğü kadarıyla güneşin normal halde kalma süresi evrenin bir kozmik yumurtadan öbür kozmik yumurtaya kadar süren ömrünün yüzde birinden pek fazla değildir.

Öyleyse, Yeryüzü üzerinde yaşanamaz hale geldiği zaman, evren şimdiki haline göre pek yaşlanmış

olmayacaktır. Henüz doğmamış daha pek çok geze-insanlığın geleceği

gen ve yıldız, kozmik dramdaki rollerini oynamak üzere bekliyor olacaktır.

İnsanlığın 7 m ilyar yıl sonra var olmaya devam edeceğini varsayarsak, insanlar tümüyle bölgesel olan bu felaketten kaçıp serpilmekte olan evrende yeni bir yer bulmanın yollarını arayacaklardır. Bu kaçış kolay olmayacaktır, çünkü Yeryüzü üzerinde kesinlikle kaçacak bir yer bulunmayacaktır. Güneş kızıl devli-

ğin doruğuna eriştiğinde şimdiki çapının 100 katından fazla genişleyecek, Merkür ve Venüs'ün ikisini de yutacaktır. Yeryüzü güneşin dışında kalsa da ondan gelecek muazzam sıcaklıkla buharlaşacaktır.

Yine de her şey yitirilmiş değildir. En azından, uzun bir uyarı süresi vardır. Eğer insanlık bu milyarlarca yıl sonra hâlâ yaşamaya devam ederse, bundan nasıl kaçınmak gerektiğini planlayacaktır. Teknolojinin gücü arttıkça (teknolojinin son iki yüzyılda ne denli ilerlediğini düşünerek, yedi milyar yılda ne düzeye geleceğini hayal edin) kaçmak olanaklı bir hale gelebilir.

İç güneş sistemi güneşin genleşmesiyle yok olacaktır, ama dış güneş sistemindeki dev gezegenler ve uyduları daha az etkileneceklerdir. Aslında, insan kıs.

taslarına göre bakıldığında bunlarda meydana gelebilecek değişiklikler daha iyi yönde olabilir. İnsanlık, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ün büyük gezegenlerinden birini yaşamaya elverişli hale sokacak ustalığı gösterebilir.

Yeniden yerleşmek için bol zaman olacaktır. Güneşin genleşmesinin hızlanması ve Yeryüzü'nün çölleşmeye başlamasıyla insanlar, Jüpiter'in Ganymede ve Callisto gibi uydularından tutun Pluto'nun kendisine kadar dış güneş sistemindeki bir düzine dünyaya yerleşebilir. İnsanlar buralarda kavrulmadan devasa ve kızıl güneşin ışıklarıyla ısınabilirler. Aslında^

Pluto'dan bakıldığında, güneş, şimdi dünyadan göründüğünden daha büyük görünmeyecektir.

Dahası, insanların uzayda yapay yerleşim böl-114

geleri kurma olasılığı vardır. Nüfusu on bin ile on milyon arasında değişecek olan bu yerleşim merkezleri ekolojik açıdan bağımsız olacaktır. Bunun için m ilyarlarca yıl sürecek bir girişime gerek yoktur. Şu anda bu tür yerleşim merkezleri kurup gökyüzünü birkaç yüzyıl içinde bunlarla doldurabilecek kapasiteye ulaşmış olduğumuzu belirten işaretler vardır.

Bunların gerçekleşmesini önleyen yalnızca politik,

ekonomik ve psikolojik faktörlerdir.

Böylece felaketten kaçınılabilir ve insanlık, doğal ya da yapay dünyalarda yaşamını sürdürebilir.

Yine de, geçici olarak.

Beyaz Cüceler

Hidrojen füzyonu yıldızın ana enerji kaynağı olmaktan çıkınca, yıldız, büyük bir cisim olarak varlı

ğım ancak kısa bir süre için sürdürebilir. Helyumun daha büyük elementlere füzyon olmasıyla açığa çıkan enerji, hidrojen füzyonuyla açığa çıkan enerjinin yüzde 5'ini geçmez. Bundan dolayı, oldukça kısa bir süre sonra kızıl devin yerçekimi kuvvetine karşı koyma gücü teklemeye başlar. Yıldız çöker.

Kızıl devin ömrü ve yıkılma şekli yıldızın kütlesine bağlıdır. Kütlesi ne kadar büyük olursa, yıldız, enerjisinin tortusunu o kadar çabuk tüketir ve kısa ömürlü olur. Dahası, kütle büyüdükçe yerçekimi alanı şiddetlenir ve büzülme hızlı olur.

Bir yıldız büzülürken, nükleer reaksiyonların meydana gelmediği dış tabakalarında hâlâ bol miktarda hidrojen bulunur. Büzülme işlemi tüm yıldızı ısıtır (bu kez ısıya dönüşen nükleer enerji değil, Helmholtz'un belirttiği şekilde yerçekimi enerjisidir) ve dış tabakalarda hidrojen füzyonu meydana gelir. Böylece büzülme süreci dış tabakalarda meydana gelen bir parlamayla aynı zamana rastlar.

Yıldız ne kadar cüsseliyse, dış tabakalardaki ısm-115

ma o kadar şiddetli olur, daha fazla hidrojen daha büyük bir hızla füzyona uğrar, sonuçlar da şiddetli olur. Bir başka deyişle, küçük bir yıldız sükûnetle büzülürken büyük yıldız bir kısım dış kütlesini uzaya fırlatacak kadar füzyona uğrar ve bunu az çok patlamayla gerçekleştirir.

Geriye, büzülmek üzere

yalnızca iç bölgeler kalır.

Yıldız büyüdükçe patlama da şiddetli olur. Eğer yıldız yeterince cüsseliyse, kızıl devlik evresi hayal edilemeyecek şiddette bir patlamayla sona erer. Bu patlama sırasında yıldız kısa bir süre için normal bir yıldızın milyarlarca katı kadar bir parlaklıkla parlar. «Süpernova» adı verilen bu patlama sırasında yıldızın yüzde 95'i dış uzaya fırlatılır, geriye kalanlar büzülür.

Patlamadan büzülen yıldızlara ya da yıldızın patlama meydana geldikten sonra geriye kalan kısımlarına ne olur? Büzülme sırasında patlama meydana getirecek kadar ısınmayan küçük yıldızlar, gezegen boyutlarına inecek kadar büzülür ve bu sırada başlangıçtaki kütlelerinin tümünü ya da büyük kısmını korur. Yüzeyleri parlak beyaz bir renk alır ve bugünkü güneşten çok daha sıcak bir hale gelir. Bununla birlikte, büzülmüş bir yıldız belli bir uzaklıktan sönük görünür, çünkü ışığı çok küçük bir yüzeyden çıkar. Böyle bir yıldıza «beyaz cüce» adı verilir.

Beyaz cüce neden büzülmeye devam etmez? Beyaz bir cücede atomlar parçalanmıştır, elektronlar

artık atom çekirdekleri etrafında kabuklar meydana getiremez ve bir tür «elektron gazı» oluştururlar. Bu gaz belli bir dereceye kadar sıkışır. Böylece, yıldız maddesi sonsuza dek şişkin bir halde tutulur.

Bundan sonra beyaz cüce çok yavaş bir şekilde soğur ve sonunda ışık yayınlayamayacak hale gelir.

Buna «kara cüce» adı verilir.

Bir yıldız beyaz cüce haline büzülürken, eğer çok küçük değilse, küçük bir patlamayla dış bölgelerindeki maddeyi fırlatabilir ve böylece toplam kütlesin e

nin beşte birini yitirebilir. Bu şekildeki meydana gelmiş olan bir beyaz cüce, uzaktan bakıldığında, aydınlık bir sisle kuşatılmış gibi görünür. Böyle bir cisme

«gezegensel nebula» adı verilir; gökte bunlardan pek çok vardır. Gaz bulutu zamanla sürüklenir ve gezegenler arası uzayda kaybolur.

Bir yıldız, büzülme sürecinde şiddetle patlayabilecek kadar cüsseliyse kalıntısı da bir beyaz cüce meydana getirebilecek kadar büyük olabilir. Büzülen kalıntı ne kadar cüsseli olursa elektron gazı da o kadar fazla sıkışır ve daha küçük bir beyaz cüce meydana gelir.

Son olarak, eğer yeterince kütle varsa, elektron gazı, üzerindeki basınca dayanamaz.

Elektronlar,

atom çekirdeklerindeki protonlarla birleşir ve nötronları oluşturur. Bu nötronlar, yıldızda zaten mevcut olan nötronlara eklenir ve yıldız başlıca nötronlardan meydana gelmiş olur, başka şey kalmaz. Yıldız, bu nötronlar birbirlerine dokununcaya kadar sıkışır. Sonuçta, ancak bir asteroid boyutlarında olan ama tüm bir yıldızın kütlesini taşıyan «nötron yıldızı» meydana gelir.

Eğer yıldızın büzülen kalıntısı daha da kütleliyse, yerçekimi gücüne nötronlar da dayanamaz, par

çalanır ve sıkışarak kara delik haline dönüşür.

Öyleyse, kızıl dev evresine ulaştıktan sonra güneşin kaderi ne olacaktır?

Güneş birkaç yüzyıl boyunca kızıl dev halinde kalabilir ama sonra büzülecektir. Bu süre, yıldız öl

çeğine göre çok kısadır, ancak insanların başka dünyalara ve uzaydaki yerleşim merkezlerine taşınabilmesi için yeterlidir. Güneş, şiddetle patlayacak kadar genişlemeyecektir. Hayır! Basit bir şekilde büzülecek, arkasında ince bir bulut bırakarak gezegensel nebula haline gelecektir.

Madde bulutu, çok uzak bir gelecekte, insanların barınacağı gezegenler tarafından sürüklenecek ve bir olasılıkla onlara zarar vermeyecektir.

Gaz bulutu

başlangıçta bile çok seyreltik olacaktır ve insanlar yeraltında ya da kubbeli şehirlerde yaşarlarsa h erhangi bir ters etkisi olmayacaktır.

Asıl sorun güneşin büzülmesidir. Güneş bir kez beyaz bir cüce haline gelince (nötron yıldızı ya da kara delik meydana getirecek kadar kütleli değildir) gökyüzünde, küçücük bir ışık noktasından başka bir şey olmayacaktır. Jüpiter'in uydularından bakıldığın, da bugünkü parlaklığının 1/4000'ine sahip olacak ve bu kadar az enerji verecektir.

Eğer insanların dış güneş sistemindeki yerleşim merkezleri güneş enerjisine bağlı olursa, güneş beyaz cüce haline geldikten sonra topluluklarını koruyabilmek için yeterli enerjileri bulunmayacaktır. Çok daha yakına gelmeleri gerekecek ve eğer bir gezegene yerleşmek isterlerse bu mümkün olmayacaktır, çünkü iç güneş sistemindeki bütün gezegenler güneşin genleşmesi sırasında yok olacaktır. Geriye insanların sığınması için yapay yerleşim merkezleri kalıyor.

Bu yerleşim merkezleri inşa

edildikleri zaman

(belki de önümüzdeki yüzyılda bu başarılabilir) Y e ryüzü etrafında yörüngeye oturtulacaktır. Enerji kaynağı olarak güneşin radyasyonunu, ham madde kaynağı olarak da A y ’ı kullanacaklardır. A y ’da yeterince bulunmayan karbon, azot ve hidrojen gibi bazı temel maddeler dünyadan sağlanacaktır.

Sonunda, bu yerleşim merkezleri asteroid kuşa

ğına taşınacak ve bu maddeler, dünyaya tehlikeli bir şekilde bağlanmadan, buradan temin edilecektir.

Uzay yerleşim merkezleri kendine yeterli bir hale geldikçe, insanlar, bir gezegen üzerinde yaşamanın güçlüklerini açık seçik bir biçimde görecekler ve ya

şam yeri olarak uzay yerleşim merkezlerini tercih edecektir. Güneş herhangi bir sorun yaratmadan önce, insanlığın çoğunun ya da tümünün doğal gezegenlerden kurtulup uzayda kendi seçtikleri yerde ya

şamaya başlaması akla yakındır.

O zaman güneşin genleşmesinden kurtulmak için 118

dış dünyaları düzenlemekte bir sorun çıkmayabilir.

Güneş yavaş yavaş ısındıkça uzay yerleşim merkezleri de yörüngelerini buna göre ayarlayacak ve h afif

çe dışarı kayacaklardır.

Düşlenmesi güç bir şey değildir bu. Yeryüzü gibi bir dünyanın yörüngesini değiştirmek hemen hemen olanaksızdır; kütle çok büyük olduğundan muazzam bir momentum ve açısal momentum eklemek ya da çıkarmak gerekir ki pratik değildir. Üstelik, eğer okyanusları ve atmosferi tutacak bir yerçekimi alanına ihtiyaç duyuyorsa dünyanın kütlesi kendisine gereklidir.

Yeryüzü'yle karşılaştırıldığında, uzay yerleşim

merkezinin toplam kütlesi önemsizdir, çünkü burada suyu, havayı ve diğer başka şeyleri tutmak için yer

çekimi alanı kullanılmaz.

Her şey duvarlar içinde

kapalı tutulmaktadır ve duvarların iç yüzeylerindeki çekim dönme dolayısıyla meydana gelen merkezkaç kuvvetle sağlanır.

O halde, uzay yerleşim merkezinin yörüngesi ak.

la yakın bir enerji harcamasıyla değiştirilebilir ve güneş genleştikçe yerleşim merkezi de dışanya doğru hareket edebilir. Kuramsal olarak, güneş büzülüp de daha az enerji verdiği zaman güneşe yaklaşabilir.

Bununla birlikte, büzülme genleşmeden daha hızlı olacaktır. Dahası, bütün yerleşim bölgelerinin beyaz cüceye doğru hareket etmesiyle bunlar küçük bir

hacme sıkışacaktır. Oysa milyarlarca yıldır sınırsız uzaylara alışmış olabilirler.

Ancak, beyaz cücelik zamanının gelmesinden

uzun zaman önce, yerleşme merkezlerinin halkı enerji kaynağı olarak bir tür hidrojen füzyon reaktörü geliştirebilir ve güneşle ilişkilerini kesebilirler. Bu durumda, hepsi birlikte güneş sisteminden ayrılmayı

tercih edebilir.

Eğer uzay yerleşim merkezleri, kendinden hareketli «bağımsız gezegenler» halinde güneş sistemini terk ederse, bu demektir ki insanlık ikinci grup fela119

ketlerden uzak kalabilecek ve ikinci kozmik yumur.

tanın oluşumuna dek yaşamını sürdürebilecektir.

Süpernovalar

Güneş'in ölümünün (bugün bildiğimiz güneşten bambaşka bir güneş haline gelmesi bakımından ölüm) insan türü için bir felaket olmayacağının başlıca nedenleri şunlardır: (1) Güneşin kaçınılmaz bir şekilde genleşmesi ve bundan sonra büzülmesi öylesine uzak bir gelecekte gerçekleşecektir ki, o zamana kadar yaşadıklarını varsayarsak, insanlar, bundan

kaçacak teknolojik araçları geliştirecektir. (2) Değ

şiklikler önceden haberli bir şekilde meydana gelece

ğinden bunlara ansızın yakalanılmayacaktır.

Öyleyse, şimdi düşünmemiz gereken, bizi habersiz yakalayacak ikinci sınıf felaketlerdir. Daha da kötüsü, bunlar, kaçmamız için gerekli teknolojiyi geliştirmemize fırsat vermeden gerçekleşebilir.

Felaket boyutunda değişiklikler geçiren yıldızlar vardır; örneğin bunlar birdenbire parlayıp yeniden sönebilir. Bunlara Latince «yeni» anlamına gelen «no-va» adı verilir, çünkü teleskopları olmayan eski gökbilimcilere bunlar yeni yıldızlar olarak görünüyordu.

Bunlardan ilk kez Yunanlı gökbilimci Hipparchus

(İ.Ö. 190- 120) söz etti.

Alışılmamış derecede parlak novalara «süpernova» denir. Bu isim ilk kez İsviçre asıllı Am erikalı gök-limci Fritz Zwicky (1898- 1974) tarafından kullanılmıştır. Avrupalı gökbilimciler tarafından ayrıntılarıyla tartışılan ilk süpemova 1572'deki süpernova'dır.

Güneşin değil de bir başka yıldızın ömrünün sonuna geldiğini düşünelim. Güneşimizin orta yaşlarda olmasına karşın, yakınımızdaki bir yıldız yaşlanmış

ve ölümün eşiğine gelmiş olabilir. Yakındaki bir süpem ova aniden parlayıp bir felaket yaratabilir mi?

Süpernovalann sayısı çok değildir; yüz yıldızdan 120

ancak biri süpemova halinde patlayabilir, bunların da pek azı ömrünün sonuna gelmiştir. Yine, bunların pek azı olağanüstü parlayacak şekilde bize yakındır. (Teleskobun icadından önce ancak olağanüstü parlayan yıldızlar gözlemcilerin dikkatini çekiyordu ve bunlar, göründükleri yerde daha önce hiçbir yıldız yokmuş gibi parlıyorlardı.) Yine de, süpemovalar, geçmişte pek çok kez olduğu gibi yeniden ortaya çıkabilir, hem de önceden uyanda bulunmadan.

Tarih devirlerinde dikkati çeken bir süpemova 4 Temmuz 1054'de ortaya çıktı. 722 yıl önce de olsa, kuşkusuz 4 Temmuz'u kutlamak için en görkemli donanma fişeğiydi. Bu süpemova, Avrupalı ve Arap

gökbilimciler tarafından değil de Çinli gökbilimciler tarafından görüldü. (J)

Süpemova, yeni bir yıldız olarak Boğa burcunda görüldü ve parlaklık açısından Venüs'ü aştı. Güneş

ve ay dışında, gökyüzünde yeni yıldızdan daha parlak hiçbir şey yoktu. Öyle parlaktı ki gündüz vakti bile görülebiliyordu, hem de bir an için değil ama üç hafta boyunca her gün.

Sonra yavaşça sönükleşmeye

başladı, ama çıplak gözle görülemeyecek hale gelmesi için iki yıl geçti.

Çinli gökbilimcilerin meydana geldiğini bildirdikleri bu olayın yerinde bugün «Yengeç nebulası» adı verilen bir gaz bulutu vardır. Çapı yaklaşık 13 ışık yılıdır. İlk kez 1921'de İsveçli gökbilimci Knut Lund-mark bunun 1054'deki süpemovanın bir kalıntısı olabileceğini ileri sürdü. Yengeç nebulasınm gazlan dı

şa doğru öyle bir hızla hareket etmektedir ki, geriye doğru hesaplandığında, bunları harekete geçiren patlama, parlak yıldızın görüldüğü söylenen tarihe dayanmaktadır.

1054'de görülen parlak süpemova, güneşin yüz 1

(1) O zamanlar Avrupa'da astronomi çok zayıftı, gökyüzünü inceleyenler ise gökyüzünün değişmezliği yolundaki Yunan öğretisine sıkı sıkıya bağlı olmalıydı.

milyonda birinden daha fazla ışık vermemiştir. Bu da insanları herhangi bir şekilde etkilemeye yeterli değildir; özellikle, bu parlaklık düzeyinde ancak birkaç hafta kaldığı için.

Bununla birlikte, önemli olan toplam ışık miktarı değil, ama ışığın dağılım biçimidir. Güneşimiz X—

ışınları biçiminde etkin bir radyasyon verir, ama bir süpernovanın verdiği X —ışını yüzdesi çok daha fa zladır. Aynı şey, yüksek enerjili radyasyonun bir başka biçimi olan kozmik ışınlar için de doğrudur. Bu konuya daha sonra döneceğiz.

Kısacası, 1054'deki süpernovamn güneşe oranla çok sönük olmasına karşın, bu süpemova Yeryüzü'ne gönderdiği X —ışınları ve kozmik ışınlar açısından güneşle rekabet etmiştir, hiç değilse patlamasının ilk haftalarında.

Yine de bu patlama tehlikeli değildi. İlerde göreceğimiz gibi, enerjik radyasyonun yaşam üzerinde zararlı etkileri olmasına karşılık, atmosferimiz bizi aşırı miktarlardan korur ve ne 1054 süpernovası ne de güneş, havanın koruyucu tabakası altında bulunan bizlere zarar verebilir. Bu, yalnızca bir spekülasyon değildir. Gerçek şu ki, dünyamız, kritik 1054 yılından herhangi bir yara almadan kurtulmuştur.

Elbette, Yengeç nebulası bize pek yakın değildir.

Yaklaşık 6.500 ışık yılı uzaktadır.!1). Daha da parlak bir süpernova 1006 yılında, Çinli gözlemcilerin bildirdiğine göre, Venüs'ün yüz katı parlaklıkta görülmüştür. AvrupalIların kayıtlarında da bundan söz edilmektedir. Bu süpernova 4.000 ışık yılı uzaklıktaydı.

1054'den sonra, gözle görülebilen iki süpernova meydana gelmiştir.

1572'de Koltuk takımyıldızında

meydana gelen bir tanesi 1054'deki süpernova kadar parlaktı, ama çok daha uzaktaydı. Son olarak 1604'de (1) Bu uzaklıktaki bir yıldızın Venüs'ten daha parlak bir hale gelmesine neden olan patlamanın şiddetini gözlerinizin önüne getirin.

t

Y ıla n . takımyıldızında bir süpernova görüldü, ama

bu, sözünü ettiğim diğer üçünden çok daha az par.

laktı ve çok daha uzaktaydı.!1) 1604'den beri birtakım süpemovalar meydana gelmiş olabilir, ama bunlar, galaksinin eteklerini dolduran engin toz ve gaz bulutlarının ardında kalmış ve göze görünmemiştir. Bununla birlikte, Yengeç nebulasında olduğu gibi, süpernovaların kalıntılarını toz ve gaz halkaları şeklinde saptayabilmekteyiz. Bunların gösterdiğine göre süpemovalar ya görünmeden ya da çok eski bir tarihte patlamışlardır.

Koltuk A adı verilen ve yayınladığı mikro dalgalarla saptanan bir gaz kümesi, 1600'lerde patlamış

olan bir süpernovayı işaret etmektedir. Eğer durum böyleyse, bu,

zamanında fark edilmemiş

olmasına

karşın, galaksimizde patlamış olduğu bilinen en yeni süpernovadır. Kalıntılarının şimdi verdiği radyasyona bakılırsa, bu süpernova, aynı uzaklıktan gözlemlenebilmiş olsaydı 1054 yılındaki süpemovadan

daha görkemli bir ışık verecekti. Ancak, 10.000 ışık yılı uzakta olduğundan birincisinden daha parlak gö-

rünemezdi; tabii, gözlemlenebilmiş olsaydı.

Tarih zamanlarının en görkemli süpernovası belki de 11.000 yıl önce parlamıştır. O zamanlar dünya, mn bazı bölgelerinde insanlar tarımı geliştirmeye çalışıyorlardı. Bu süpernovadan şimdi geriye Vela takımyıldızında bulunan bir gaz tabakası kalmıştır. İlk kez 1939'da Rus asıllı

Amerikan gökbilimcisi Otto

Struve (1897- 1963) tarafından tespit edilmiştir. Bu (1) Teleskopun icadından 32 yıl öncesine kadar gözle görülebilen iki süpernovanın meydana gelmiş olmasına karşın, teleskopun icadından sonra gözle görülebilen hiçbir süpernovanın meydana gelmemiş olması gökbilimciler için bir düş kırıklığıdır. 1604'den sonra meydana gelen en parlak süpernova, Andromeda galaksisinde 1885'de görülmüş olanıdır. Gözle görülebilecek derecede parlar gibi olmuşsa da bu durum gerçekleşmemiştir.

123

tabakaya, onu ilk kez 1950'de ayrıntılarıyla inceleyen AvustralyalI gökbilimci Colin S. Gum'dan dolayı Gum nebulası adı verilmiştir.

Tabakanın merkezi bizden yalnızca 1.500 ışık yılı uzaktadır. Patlamış olduğu bilinen süpernovalarm en yakınıdır. Nebulamn genişlemekte ve seyrelmekte olan bir kenarı bizden şimdi 300 ışık yılı uzaktadır.

4.000 yıl kadar sonra bize ulaşabilir, ama o denli seyreltik bir kütledir ki, bizi önemli bir şekilde etkilemeyecektir.

Bu yakın süpemova patladığı zaman birkaç gün boyunca dolunay parlaklığında görünmüş olmalıdır.

Böylesi görkemli bir manzaraya tanık oldukları için tarih öncesi insanları kıskanabiliriz. Görünüşe göre bu süpernova da Yeryüzü'ndeki yaşama bir zarar vermemiştir.

Ancak, Vela süpernovası yine de 1.500 ışık yılı uzaktaydı. Bunun yüzde biri kadar mesafelerde bulunan yıldızlar vardır. Gerçekten yakın olan bir yıldız umulmadık bir şekilde süpernova haline gelirse ne olacak? Örneğin, ancak 4,4 ışık yılı uzakta olan Alpha Centauri yıldızlarından biri süpemova haline gelirse ne yapacağız? Eğer 4,4 ışık yılı uzakta, şimdiye kadar parlayan süpemovalar şiddetinde bir süpernova patlarsa, bunun parlaklığı güneşin 1/6'sı kadar ışık ve ısı verecektir. Bu durum birkaç hafta sürecek ve Yeryüzü'nde görülmemiş bir ısı dalgası meydana gelecektir. C1)

Süpemovanın Noel zamanı Bethlehem Yıldızı g ibi parladığım düşünün. Yılın bu zamanında güney yarım küresi yaz dönüm noktasını yaşıyor olacak ve Antartika tümüyle güneş ışıklarına maruz kalacaktır. Yine de güneş ışıkları zayıf olacaktır, çünkü yaz (1) Süpemova, Birleşik Devletlerden ve Avrupadan görülmeyecektir, çünkü Alpha Centauri kuzey enlemlerinden görülemeyen bir güney yıldızıdır. Ama güneyden gelecek sıcak rüzgârlar bir şeyler olduğunu bize bildirecektir

dönümünde bile Antartika'dan bakıldığında güneş

ufka yakındır. Ne var ki, Alpha Centauri süpemovası tepede olacak ve güneşin ışınlarına esaslı bir katkıda bulunacaktır. Sonuçta Antartika'nm buz başlığı eriyecektir. Erimenin miktan daha önce benzeri görülmemiş derecede olacak, yükselen deniz suyu dünyanın pek çok yerinde felakete neden olacaktır. Sü-

pemovanın soğumasından sonra deniz seviyesi hemen alçalmayacak, dengenin yeniden kurulması yıllar alacaktır.

Ayrıca, Yeryüzü, şimdiye kadar görülmemiş şiddetteki X —ışınları ve kozmik ışınlar altında banyo yapacak ve bir kaç yıl sonra yoğun bir toz ve gaz bulutu tarafından kuşatılacaktır. Bu olayların ne gibi etkiler yaratabileceğini daha sonra tartışacağız, ama bunlar kesinlikle tehlikeli olacaktır.

Şükürler olsun ki böyle bir şey meydana gelmeyecek. Aslında, böyle bir şey meydana gelemez. Alpha Centauri ikizinin daha parlak olan yıldızı hemen hemen güneşin kütlesindedir ve bir süpemova şeklinde patlayamaz. Alpha Centauri en fazla kızıl bir dev haline gelebilir, dış tabaklarındaki bir kısım kütleyi gezegensel nebula halinde fırlatabilir, sonra büzülerek beyaz cüce olur.

Bunun ne zaman olacağını bilmiyoruz, çünkü yıldızın kaç yaşında olduğunu bilmiyoruz. Ama bu durum yarın bile meydana gelse, yıldız, kızıl dev evresinde birkaç yüz milyon yıl kalacaktır.

Öyleyse, bir süpernovayla

karşılaşabileceğimiz

en yakın mesafe nedir?

İlk olarak güneşin en az 1,4 katı kütleye sahip bir yıldız aramalıyız; eğer büyük bir gösteri istiyorsak bundan çok daha büyük bir yıldız. Bu büyük kütleli yıldızların sayısı pek fazla değildir. Onun içind ir ki, süpemovalarla pek sık karşılaşılmamaktadır.

(Yapılan tahminlere göre, bizim galaksimiz büyüklü

ğündeki bir galakside ortalama 150 yılda bir süper-125

nova meydana gelebilir. Bunların pek azı bize orta derecede yakın olabilir.)

En yakın iri yıldız Sirius'tur. Güneşin 2,1 katı kütleye sahiptir ve 8,63 ışık yılı mesafededir. Bu uzaklık Alpha Centauri'nin iki yatıdır. Bu kütleyle bile Sirius görkemli bir süpernova yaratamaz.

Sirius b ir

gün patlayacaktır, evet, ama bu bir top patlamasından çok bir taJbanca patlaması gibi olacaktır. Üstelik Sirius şimdi normal halinde bulunmaktadır. Kütlesi dolayısıyla normal halde bulunma süresi 500 milyon yıl kadardır ve bunun bir kısmını harcamıştır.

Geriye kalan süreyle kızıl dev evresini toplarsak yine de patlamadan önce birkaç yüz milyon yıl geçecektir.

Öyleyse, sormamız gereken, hangi iri yıldızın halen kızıl dev evresinde bulunduğudur.

En yakın kızıl dev Pegasus takımyıldızındaki Scheat'dir. 160 ışık yılı uzaklıktadır ve çapı güneşin 110 katı kadardır. Kütlesinin ne kadar olduğunu b ilmiyoruz, ama genişliği bu kadarsa güneşin kütlesinden biraz fazladır ve süpernova evresine geçmeyecektir. Öte yandan, güneşten çok daha fazlaysa ve hâlâ genişliyorsa, süpernova evresi yine uzaktadır.

Gerçekten bir kızıl dev olan en yakın yıldız Balina takımyıldızındaki M ira'dır. Çapı güneşin 420 katıdır. Eğer güneşin şimdiki konumunda bulunsaydı, yüzeyi asteroid kuşağını bir hayli geçecekti. Güneşten oldukça kütleli olmalıdır. 230 ışık yılı uzaklıktadır.

Daha da büyük olan ve pek uzakta bulunmayan üç kızıl dev vardır. Bunlar, Orion burcundaki Betelgeuse, Akrep burcundaki Antares ve Herkül burcundaki Ras Algethi'dir. Her biri 500 ışık yılı kadar uzaklıktadır.

Bunlardan Ras A lgeth i'nin çapı güneşin 500, Antares'in çapı ise güneşin 640 katıdır. Antares güneşin yerinde olsaydı, yüzeyi Jüpiter'in yörüngesini geçerdi.

Betelgeuse'un sabit bir çapı yoktur, çünkü görünüşe göre titreşmektedir. En küçük halindeyken Ftas Algethi'den daha büyük değildir, ama büyük halinde güneşin çapının 750 katına kadar genişleyebilir. Betelgeuse güneşin yerinde olsaydı yüzeyi azami noktasında Jüpiter'le Satürn'ün arasında bir yerde olacaktı.

Bu yakın devlerin en kütlelisinin Betelgeuse olması olanaklıdır ve titreşim yapması da dengesiz olu

şunun bir göstergesidir. Bu durumda, bize yakın yıldızlar arasında süpemovaya ve çökmeye en yakın yıldız budur.

Bunun bir başka göstergesi, Betelgeuse'un 1978

yılında kızıl ötesi ışık aralığında alınmış fotoğraflarıdır. Bunların gösterdiğine göre, yıldızın çevresi Pluto'nun yörüngesinin 400 katı çapta bir gaz tabakasıyla kuşatılmıştır. Belki de Betelgeuse süpernovalığı-

mn ilk evresine gelmiş ve madde fırlatmaya başlamıştır.

Kütlesini bilmeden Betelgeuse süpernovasımn ne kadar parlak olabileceğini tahmin edemeyiz, ama herhalde hatırı sayılır bir derecede olacaktır. Parlaklığının şiddetindeki eksiklik, Vela süpernovasımn üçte biri kadar uzaklıkta olmasıyla telafi edilecektir. Dolayısıyla, patladığı zaman 1006'daki süpernovadan

daha parlak olabilir, hatta Vela süpernovasıyla yarı

şabilir. Gökler yeni bir ay ışığıyla aydınlanabilir ve Yeryüzü 11.000 yıl önceki Vela süpernovasından sonra sıkı bir radyasyon bombardımanına uğrayabilir.

Homo sapiens ve genel olarak yaşam Vela süpernovasım kolayca atlatmış olduğuna göre Betelgeuse süpemovasını da atlatacaktır.

Ancak, Betelgeuse'un patlama noktasına ne zaman varacağını tam olarak söyleyemeyiz. Belki de şimdiki değişken çapı çökmek üzere olduğunun bir göstergesidir. Tam çökecekken, çökmeye eşlik eden sıcaklık yükselmesi bunu önlemektedir. Sonuçta patlamanın meydana geleceğini düşünebiliriz.

Ancak

bu, yüzyıllar sonra olabileceği gibi yarın da gerçekleşebilir. Aslında, Betelgeuse beş yüzyıl önce patlamış olabilir ve yoldaki radyasyonu yarın bize ulaşabilir.

Betelgeuse süpemovası yakın bir gelecekte bekleyebileceğimiz en kötü şey de olsa, biz bunun herhangi bir tehlike yaratmadan yalnızca görkemli b ir gösteri sergileyeceğine kendimizi inandırmış da olsak, yıldız patlamaları söz konusu olduğunda düzlü, ğe çıkmış sayılmayız. Güneşin ölümü gerçekleşmeden çok önce, uzun bir gelecekte daha büyük tehlikeler saklanıyor olabilir.

Her şeyden önce, bugünkü durum sürekli d eğildir. Güneşimiz dahil bütün yıldızlar hareket etmektedir. Güneşimiz sürekli olarak yeni bölgelere g id iyor ve bu bölgeler devamlı değişiyor.

Zaman içindeki değişiklikler bizi dev bir yıldızın yakınma getirebilir ve bu yıldız yanımızdan g e

çerken süpernova halinde patlayabilir. Betelgeuse sü.

pernovasımn umabileceğimiz en kötü durum olması gerçeği ebedi bir güvenlik içinde olduğumuz anlamına gelmez; bu, şu andaki bir rastlantıdır.

Böyle bir komşu yıldız felaketinin yakın zamanda gerçekleşmesi yine de olası değildir. Daha önce söylediğim gibi, yıldızlar, aralarındaki büyük uzaklıklara göre çok yavaş hareket ederler. Şimdi uzakta bulunan yıldızların önemli derecede yakma gelmesi için çok uzun zaman gerekir.

Am erikalı gökbilimci Cari Sagan'ın C1935-) hesaplamalarına göre, 100 ışık yılı uzaktaki süperno.

va patlamaları 750 milyon yıl aralıklarla meydana g e lir. Eğer durum böyleyse, bu tür yakın patlamalar güneş sisteminin şimdiye kadarki tarihi boyunca

belki altı kez meydana gelmiştir ve güneş normal halini terk edinceye kadar da dokuz kez meydana gelebilir.

Bununla birlikte, böyle bir olay bizi habersiz yakalayamaz.

Hangi yıldızların yaklaşıyor olduğunu 128

söylemek güç değildir. 100 ışık yılından oldukça uzak, ta bulunan bir kızıl devi fark edebiliriz. Böyle bir patlamayı büyük bir olasılıkla en az bir milyon yıl önceden haber alacağız ve patlamanın etkilerini asgariye indirmek ya da bunlardan tümüyle kaçınabilmek için gerekli planları yapabileceğiz.

Güneş Lekeleri

İkinci sorumuz şudur: Güneşimize tümüyle güvenebilir miyiz? Henüz normal halindeyken güneşte ters giden bir şey olabilir mi? Yakın bir gelecekte savunmamıza olanak tanımayan kötü bir şey gerçekleşebilir mi?

Yıldızlar hakkındaki bugünkü inançlarımıza kor.

kunç derecede ters düşen bir durum olmadıkça, güneşin başına gelebilecek pek bir şey yoktur. Uzun bir süredir şimdi olduğu gibi kalmıştır ve daha uzun bir süre böyle kalacaktır. Davranışlarındaki değişiklikler güneş boyutlarında önemli sonuçlar doğurmayacak kadar küçük olacaktır.

Am a güneş boyutlarında önemli olmayan değ

şiklikler Yeryüzü boyutlarında tehlikeli olamaz mı?

Doğrusu, olabilir. Güneşin davranışındaki küçük bir kıpırtı kendisi için hiç bir şey ifade etmeyebilir ve yakın yıldızlardan bakıldığında dikkati çekmeyebilir.

Bununla birlikte böylesi küçük bir değişikliğin Yeryüzü'ndeki etkisi dehşetli olabilir ve spazm uzun süre devam ederse, gerçek bir felaket bizi ziyaret edebilir.

Bildiğimiz yaşam, her şeyden önce, koz.nik ölçülere göre son derece duyarlıdır. Okyanusları kaynatacak ya da donduracak kadar büyük sıcaklık deği

şimlerine uğramaz. Güneşte meydana gelecek görece küçük değişiklikler her iki aşın ucu yaratmaya yetecektir. Öyleyse, yaşamın devam etmesi için güneş

çok çok küçük değişikliklerle ışımalıdır.

insanlığın geleceği

129/9

Güneş, tarihi üç milyar yıldır aksamadan sürüp geldiğine göre, gerçekten güvenilir bir yıldızdır. Güneş genelde, yaşamın sürmesine izin verecek kadar dengeli olabilir, ama bazı dehşetli güçlükler yaratabilecek kadar

dengesizlikler de gösterebilir. Gerçekten de yaşam tarihinde birtakım biyolojik felaketler meydana gelmiştir ve bunlardan güneşin sorumlu olmadığından emin olamayız. Bu konuyu daha sonra ele alacağız.

Kendimizi tarihsel zamanlarla

sınırlandınrsak,

güneş mükemmel bir şekilde dengeli görünmektedir; hiç değilse gelişigüzel gözlemcilere ve şimdikinden daha az duyarlı aletlere sahip gökbilimcilere. Bunun devam edip gideceğini düşünecek kadar aptallar cennetinde mi yaşıyoruz?

Buna yanıt verebilmenin bir yolu yıldızlan gözlemlemektir. Diğer bütün yıldızların parlaklığı mükemmel bir şekilde sabitse, neden güneşin de böyle olduğunu, asla ne fazla ne de az radyasyon vermeyeceğini varsaymayalım?

Ama, işin gerçeği şu ki, çıplak göze görünen bir kaç yıldızın parlaklığı dengeli değildir; kimi zaman soluk kimi zaman parlak görünürler. Bunlardan biri Perseus takımyıldızındaki A lgol'dur. İlk ve ortaçağın hiçbir gökbilimcisi bu yıldızın değişkenliğinden söz etmemiştir; belki de göklerin değişmez olduğu yolundaki güçlü Yunan inancından dolayı. Yine de, bundan söz etmekten hoşlanmasalar bile, gökbilimcilerin bunun farkında olduğuna ilişkin dolaylı kanıtlar v a rdır. Takımyıldızdaki Perseus, Medusa'nm kesik kafasını tutuyormuş gibi canlandırılıyordu. Medusa, saçı yılanlaruan meydana gelmiş,

bakışlarıyla insanları

taşa çeviren bir dişi ifritti. Algol bu kafayı canlandırıyordu ve bu yüzden kimi zaman «İfrit yıldızı» olarak anılıyordu. Aslında «A lgol» sözcüğü, Arapça «gul-yabani» anlamına gelen «al ghul» sözcüğünün çarpıtılmış şeklidir.

Yunanlıların A lgol'ün

düzensizliklerini açıkça

dile getirmekten rahatsız olduklarını ve bu yüzden onu ifrit haline getirdiklerini düşünesi geliyor insanın. Yıldızın düzensizlikleri açık bir şekilde ilk kez 1669'da

İtalyan gökbilimcisi

Geminiano Montanari

(1632 -87) tarafından belirtildi. 1782'de on sekiz ya

şında bir sağır dilsiz olan Hollanda asıllı İngiliz gökbilimcisi John Goodricke (1764 - 86) A lg o l'deki değ i

şikliklerin düzenli olduğunu gösterdi.

Goodricke’in

ileri sürdüğüne göre A lgol’ün etrafında dönen bir

kardeş yıldızı vardı ve zaman zaman bunun gölgesinde kalıyordu. Sonradan anlaşıldığına göre Goodricke tamamen haklıydı.

1596’da

Alman

gökbilimcisi

David

Fabricius

(1564-1617) A lg o l’dan çok daha dikkat çekici bir yıldızı işaret etmişti. Bu, daha önce sözünü ettiğim kızıl dev M ira’ydı. «M ira» Latince «mucize nedeni» anlamına gelir. Parlaklığı kimi zaman A lg o l’u çok çok aşar, kimi zaman da çıplak gözle görülemeyecek kadar sönükleşir. A lg o l’e göre çok daha uzun ve düzensiz dönemleri vardır. (İnsan, bunun da daha önce fark edildiğini ama özellikle dile getirilmekten kaçınıldığını hissetmekten kendini alamıyor.) A lgol gibi tutulmaya uğrayan ve yalnızca ışığın, da değişiklikler meydana gelen yıldızları dikkate almayabiliriz. Bunların durumu, güneş gibi bir yıldızın felaket yaratacak değişiklikler geçirdiğini göstermez. Son bir

çöküşün sancılarını yaşayan süpemovalarla, çoktan yıkılmış olan ve arkadaş yıldızlarından olağanüstü miktarda madde emen (absorbe

eden) normal novaları da dikkate almayabiliriz.

Geriye, Mira ve Betelgeuse gibi, iç yapılarında meydana gelen periyodik değişikliklerden dolayı ışıkları değişen yıldızlar kalır. Bunlar kimi durumlarda düzenli, kimi durumlarda düzensizce titreşirler. Büyürken soğurlar, küçülürken ısınırlar.

Eğer güneş böylesi bir içsel değişim geçiren bir yıldız olsaydı, Yeryüzü'nde yaşam olanaksızlaşacaktı. Değişik zamanlardaki radyasyon farklılığı dayanıl

maz sıcaklar ve dayanılmaz soğuklar yaratırdı. İnsanların bu aşırı sıcaklık farklılıklarından kendilerini koruyabilip koruyamayacakları tartışılabilir ama her şeyden önce, bu koşullar altında yaşamın gelişmesi olanaksız görünüyor. Elbette, güneş böyle bir değişken yıldız değildir, ama bir gün olabilir ve biz kendimizi aşırı sıcaklık değişimleri içinde bulabilir miyiz?

Neyse ki, bu pek olası değildir. Her şeyden önce, iç yapıları değişken yıldızlar sayıca pek fazla değildir. Bilinenler belki de topu topu 14.000 kadardır. Çok uzakta bulundukları, ya da toz ve gaz bulutlan ardında kaldıkları için gözden kaçmış olan böyle pek çok yıldız var olabilir. Yine de bunlar tüm yıldızların çok küçük bir yüzdesini meydana getirir. Yıldızlann

büyük bir çoğunluğu eski Yunanlıların düşündüğü kadar değişmez ve dengeli görünmektedir.

Dahası, iç yapıları değişken olan yıldızlann bazıları, normal hallerinin sonuna yaklaşmış iri ve parlak yıldızlardır. Mira ve Betelgeuse gibi diğerleri normal hallerinden çoktan ayrılmış ve kızıl devler olarak ömürlerinin sonuna yaklaşmışlardır. Yıldızların titreşmesi, büyük bir olasılıkla ömürlerinin belli bir evresinin bittiğini ve yeni bir evreye geçeceklerini işaret etmektedir.

Güneş hâlâ orta yaşlı bir yıldız olduğundan ve şimdiki evresinin sona ermesi için milyarlarca yıl geçmesi gerektiğinden, güneşin daha uzun bir süre değişken bir yıldız haline gelmesi olası değildir. Öyle bile olsa, değişkenliğin dereceleri vardır ve güneş

çok küçük derecede değişkenlik gösterebilir, ama bu da başımıza dert açabilir.

Örneğin, güneşteki lekelere ne demeli? Zaman zaman değişik miktarlarda bulunmaları, güneşin radyasyon verimindeki bazı küçük değişimleri mi işaret etmektedir? Lekelerin, güneş yüzeyindeki lekesiz bölgelere göre soğuk olduğu bilinmektedir. Lekelerle dolu bir güneş lekesiz bir güneşe göre daha soğuk ola

maz mı? Yeryüzü'ndeki bizler bunun etkilerini hissetmez miyiz?

Bu soru, astronomiyle bir hobi olarak uğraşan Alman eczacısı Heinrich Samuel Schıvabe'nin (1789 -

1875) çalışmalarıyla daha bir önem kazanmaktadır.

Schwabe, Merkür'ün yörüngesi içinde bulunup güne

şin etrafında dolandığı düşünülen bir gezegeni bulmak için gündüzleri güneşin civarını gözlemliyordu.

Eğer bu doğruysa, gezegen güneş tekerleğinin üzerinden periyodik olarak geçiyor olmalıydı.

Schıvabe 1825'de güneş tekerleğini taramaya başladı ve güneşteki lekelere dikkat etti. Bir süre sonra gezegeni unuttu ve ilgisini güneş lekeleri üzerinde topladı. On yedi yıl boyunca, güneşli olan her gün bu işi yaptı. 1843'te açıkladığına göre güneş lekelerinin sayısı on yılda bir artıp azalıyordu.

1908'de Am erikalı gökbilimci George Ellery Hale (1868 - 1938) güneş lekelerinin içinde güçlü manyetik alanlar tespit etti. Belli bir periyot boyunca manyetik alan belli bir doğrultudaydı ve bunu izleyen periyotta tersine dönüyordu. Güneş lekesinin manyetik alanının belli bir doğrultuda en yükseğe ulaşmasıyla ters yönde en yükseğe ulaşması arasında geçen zaman yirmi bir yıldı.

Görünüşe göre, herhangi bir nedenden dolayı güneşin manyetik alanı artıp azalıyordu ve lekeler bununla ilgiliydi. Diğer etkiler de öyle. Güneş

yüzeyinin şurada ya da burada geçici olarak birdenbire parlamasından meydana gelen «güneş alevleri» bölgesel manyetik alanın şiddetlenmesiyle ilgilidir.

Lekeler

arttıkça bunlar da fazlalaşmaktadır, çünkü her ikisi de manyetik alanı yansıtmaktadır. Sonuç olarak, lekeler maksimuma vardığı zaman «aktif güneş»ten, lekeler minimuma vardığı zaman ise «sakin güneş»

ten söz ederiz. (1) 1

(1) Alevlerin sıcaklığı lekelerdeki sıcaklık düşmesinden

fazla olabileceğinden, lekeli bir güneş lekesiz bir güneşten daha sıcak olabilir.

Aynca, güneş sürekli olarak atom çekirdekleri yaymaktadır (başlıca protondan ibaret olan hidrojen çekirdekleri). Bunlar büyük bir hızla bütün doğrultularda yayılmaktadır. Amerikalı gökbilimci Eugene

Norman Parker (1927-) 1958 yılında bu olaya «güneş

fırtınası» adını verdi.

Güneş fırtınası Yeryüzü'ne ulaşır, atmosferin üst tabaklarıyla etkileşime girer ve aurora borealis (ya da «kuzey ışıkları») gibi çeşitli olayları meydana getirir. Güneş alevleri muazzam miktarlarda proton kusar ve güneş fırtınalarını geçici olarak şiddetlendirir.

Yeryüzü, bu şekilde, güneş lekelerinin dönüşümüyle ilgili sıcaklık değişimlerine göre, güneş etkinliğindeki artış ve azalmalardan daha fazla etkilenir.

Güneş lekelerinin dönüşümü, Yeryüzü'ndeki etkileri ne olursa olsun, yaşamı belirgin bir şekilde etkilemez. Yine de, acaba güneş lekeleri kontrolünü yitirir de bir felaket meydana getirebilir mi diye sormaktan kendimizi alamıyoruz. Şimdiye kadar asla böyle bir şey olmadığından,

gelecekte de böyle bir

şey olamayacağını ileri sürebiliriz. Eğer güneş lekelerinin çevrimi kusursuz bir şekilde düzenli olsaydı bu öneriye daha çok güvenebilirdik, ama durum böyle değildir. Güneş lekelerinin azami düzeye erişmeleri arasında geçen yedi yıl gibi kısa sürelerin yanı sıra on yedi yıl gibi uzun süreler de kaydedilmiştir.

Ayrıca, yüksek noktadaki şiddet sabit de değildir. Güneşin lekelilik derecesi «Zürich güneş lekesi sayısı» ile ölçülür. Her bir güneş lekesi için 1, her grup güneş lekesi için 10 sayı yazılır ve bunlar, kullanılan aletle gözlem koşullarına göre değişen bir sayıyla çarpılır. Zürich güneş lekesi sayısı her yıl öl

çülecek olursa, görülür ki 1700 ve 1800 yıllarında bu değerlerin maksimumu 50'ye kadar düşmüş, 1959'da ise bütün zamanların en büyük değeri olan 200'e

varmıştır.

Doğallıkla,

güneş lekeleri ancak Schıvabe'nin 1843deki raporundan sonra titizlikle kaydedilmiştir.

Bundan önceki yıllara ait sayılar belki de güvenilir değildir. Galileo'nun yaptığı keşiflerden sonraki bir yüzyıl içinde verilen raporlar çok bölük pörçük oldu-

ğundan dikkate alınmamıştır.

Bununla birlikte. 1893'te eski kayıtları inceleyen İngiliz gökbilimcisi Edward W alter Maunder (1851-1928) 1645 ile 1715 yıllan arasında yapılan gözlemlerin güneş lekelerinden söz etmediğini hayretle gördü. Bu yetmiş yıllık dönem içinde bildirilen lekelerin sayısı, şimdilerde bir yılda bildirilenlerden daha azdı. Bu

bulgu o zaman dikkate alınmadı, çünkü on yedinci yüzyıl verilerinin bir anlam taşıyamayacak kadar yetersiz ve bölük pörçük olduğu düşünülyordu. Ama son yıllarda yapılan araştırmalar Maunder'i destekle, di ve 1645 ile 1715 arasındaki döneme «Maunder minimumu» adı verildi.

Bu dönemde kayıp olan yalnızca güneş lekeleri değildi. Güneş lekeleri azamiye ulaştığı zaman pek sık görülen auroralardan da haber yoktu. Dahası, bu dönemde yapılmış olan betimlemeler ve çizilen resimlere göre karar verecek olursak, güneşin tam tutulması sırasında meydana gelen hâlenin biçimi güneşteki lekelerin asgari olduğunu gösteriyordu.

Güneş lekelerindeki değişimin gösterdiğine göre, güneşin manyetik alanındaki değişiklikler atmosferdeki karbon-14 (karbonun radyoaktif bir türü) miktarını dolaylı olarak etkilemektedir. Karbon-14 Yeryüzü atmosferine çarpan kozmik ışınlar tarafından oluşturulur. Lekeler azamiye ulaştığı zaman güneşin manyetik alanı genişler ve Yeryüzü'nü kozmik ışınlara karşı korur. Lekeler asgarideyken ise manyetik alan küçülür ve kozmik ışınlar doğrudan doğruya

Yeryüzü'ne çarpar. Bundan ötürü, atmosferdeki karbon-14 miktan lekeler azamiyken düşük, lekeler asga.

riyken ise yüksektir.

Karbon, karbon-14 dahil, bitkiler tarafından karbondioksit halinde emilir. Karbon ve karbon-14, ağacın odununu meydana getiren moleküllere girer.

se ki, karbon-14 saptanabilir ve miktarı büyük bir kesinlikle belirlenebilir. Eğer son derece yaşlı ağaçlar analiz edilirse, yıllık halkalardaki karbon-14 miktarı ölçülebilir ve karbon-14'ün yıldan yıla nasıl değişti

ği söylenebilir. Karbon-14 miktarı lekeler minimum olduğu zaman yüksek, lekeler maksimum olduğu zaman düşüktür. Ortaya çıktığına göre, Maunder minimumu döneminde bu miktar yüksek olmuştur.

Güneşin etkinliğinin düşük olduğu diğer dönemler de bu yolla tespit edilmiştir. Bunların bir kısmı elli yıl kadar kısa, bir kısmı da birkaç yüzyıl kadar uzun sürmüştür. İ.ö. 3000 yılından bu yana böyle on iki dönem belirlenmiştir.

Kısacası, daha büyük bir güneş lekeleri çevrimi bulunmaktadır. Düşük ve yüksek etkinlik dönemlerinin arasına serpilmiş son derece düşük etkinlik noktaları vardır. Bizler, 1715'den sonraki dönemlerden

birine rastlamış oluyoruz.

Bu uzun güneş lekeleri çevrimi Yeryüzü'nü ne şekilde etkileyebilir? Görünüşe göre, tarih zamanları içinde meydana gelmiş olan bir düzine Maunder minimumu dönemi herhangi bir felaket yaratmamıştır. Öyleyse, bunlardan korkmamıza gerek yoktur.

Öte yandan, güneş hakkında, eskiden sandığımız kadar çok şey bilmiyoruz. Şu anda hüküm süren on yıllık güneş lekeleri dönemine ve Maunder minimumuna nelerin neden olduğunu kesinlikle bilmiyoruz.

Bu tür şeyleri bilmediğimiz sürece, günün birinde güneşin herhangi bir uyanda bulunmadan yoldan çıkmayacağından emin olabilir miyiz?

Nötrinolar

Yalnızca kuramsal olarak değil, ama gözlemsel olarak güneşin içinde neler olup bittiğini bilebilsey-dik elbette yararı olurdu. Bu, anlamsız bir umut gibi görünebilir, ama pek öyle değildir.

Yirm inci yüzyılın ilk on yıllarında, radyoaktif çekirdeklerin parçalandıkları zaman genellikle giderek hızlanan elektronlar yaydıkları açıkça ortaya çıktı.

Elektronlar hiç bir zaman çekirdeğin kaybettiği enerjiye eşit olmayan değişik enerjilere sahip oluyordu.

Bu durum enerjinin sakinimi yasasını çiğner görünüyordu.

1931'de, Avusturyall fizikçi VVblfgang Pauli (1900.

58) yasanın çiğnenmesini önlemek için, elektronla

birlikte ikinci bir parçacığın da yayınlandığını önerdi. Kayıp enerjiyi içeren, bu ikinci parçacıktı. Bu olayları açıklayabilmek için, ikinci parçacığın elektrik yükü taşımaması, hatta kütlesiz olması gerekiyordu. Yüksüz ve kütlesiz olan bu parçacığı tespit etmek son derece güç olacaktı. İtalyan fizikçisi Enrico Fermi (1901 -54) buna İtalyanca «küçük nötr cisim» anlamına gelen «nötrino» adını verdi.

Nötrinolar, düşünülen özelliklere sahip oldukları varsayılınca, maddeyle kolayca etkileşimde bulunamayacaklardı. Yeryüzü'nün içinden, aynı kalınlıktaki bir boşluktan geçer gibi, kolayca geçip gideceklerdi. Aslında, yanyana dizilmiş bir milyar dünyanın içinden bile pek az güçlük çekerek geçebilirlerdi. Y ine de, kimi koşullar altında bazı nötrinolar arasıra maddeye çarparak etkileşimde bulunabilirdi.

Eğer

hepsi küçük bir cisim içinden geçen trilyonlarca nöt-rinoyla çalışılırsa, ancak bir kaç etkileşim meydana gelir ve bunlar saptanabilir.

1953'de Clyde L. Cowan, Jr. (1919-) ve Frederick Reines (1918-) adlarında iki Amerikalı fizikçi uranyum fisyon reaktörlerinin verdiği antinötrinolarla

çalıştılar.!1) Bunların geniş su tankları içinden geçmesine izin verildi ve tahmin edilen birtakım etkile

şimler meydana geldi. Yirm i iki yıl boyunca yalnız (1) Bunlar nötrinolar gibidir, ama kimi özellikleri nötri-nolann tersidir. Aslında, çekirdeğin parçalanması sırasında elektronla birlikte ortaya çıkan nötrino değil, antinötrinodur.

kuramsal olarak var olan antinötrino ve dolayısıyla nötrinonun gerçekten var olduğu deneysel olarak gösterildi.

Güneşin çekirdeğindeki hidrojenin nükleer füzyonla helyuma dönüşmesine ilişkin gökbilim kuramları, büyük miktarlarda nötrinonun (antinötrino de

ğil) açığa çıkmasını gerektirir, Bu miktar, toplam radyasyonun yüzde 3'üne kadar varır. Geri kalan yüz.

de 97'yi ışık ve X—ışınlan gibi ışıma enerjilerinin birimi olan fotonlar meydana getirir.

Fotonlar yüzeye çıkarlar ve oradan uzaya yayılırlar, ama bu iş uzun zaman alır, çünkü fotonlar

maddeyle kolayca etkileşime girer. Güneşin çekirde

ğinde üretilen bir foton çabucak emilir, tekrar yayınlanır, tekrar emilir ve bu böyle devam eder. Işık hızıyla hareket etmesine karşın, bir fotonun güneşin merkezinden yüzeye çıkması bir milyon yıl alabilir.

Foton yüzeye vardığı zaman öyle karışık bir geçmişe sahiptir ki, onun özelliklerine bakarak merkezde neler geçmiş olduğunu söylemek olanaksızdır.

Nötrinolar için durum tümüyle farklıdır. Kütlesiz oldukları için bunlar da ışık hızıyla hareket ederler. Ancak, maddeyle etkileşimde bulunmadıkları için çekirdekten yüzeye 2,3 saniyede gelirler ve absorpsi-yon dolayısıyla yalnızca 100 milyarda 1 kayba uğrarlar. Bundan sonra boşlukta yol alır ve 500 saniye sonra Yeryüzü'ne ulaşırlar.

Güneşten Yeryüzü'ne gelen bu nötrinoları sap-tayabilseydik, sekiz dakikalık bir gecikmeyle, güne

şin merkezinde geçen olaylar hakkında doğrudan bilgi edinebilirdik. Güçlük, nötrinoları saptamakta yatmaktadır. Bu işi Am erikalı fizikçi Baymond Davis, Jr. yüklenmiştir. Nötrinolar kimi zaman klor atomlarıyla etkileşime girip radyoaktif argon gazı atomları üretir. Birkaç atom oluşmuş bile olsa, argon ga zı bir yerde toplanarak saptanabilir. (*) 1

(1) Bu olasılık ilk kez 1940'lann sonlarında İtalyan asıllı 138

Davis, bu amaçla, klor atomlarınca zengin bir temizleme maddesi olan tetrakloretilen içeren 378.000

litrelik dev bir tank kullandı. Tankı, Güney Dakota'

da Lead'de bulunan Homestake altın madeninin derinliklerine yerleştirdi. Tankla yüzey arasında 1,5 kilometrelik bir kaya tabakası bulunuyordu. Kayalar, nötrinolar dışında uzaydan gelen bütün parçacıkları emecekti.

Geriye yalnızca oturup argon atomlarının oluşumunu beklemek kalıyordu. Eğer güneşin çekirdeğindeki olaylara ilişkin kuramlar doğru idiyse, her saniye belli bir miktar nötrino meydana gelmeliydi.

Bunların belli bir yüzdesi Yeryüzü'ne ulaşmalı, bunların da belli bir yüzdesi tankın içinden geçmeliydi.

Tankın içinden geçenlerin belli bir yüzdesi de klor atomlarıyla reaksiyona girip belli bir miktar argon oluşturmalıydı. Argon atomlarının oluşum hızlarındaki değişikliklerden ve genel olarak reaksiyondaki diğer özelliklerden, güneşin merkezinde meydana gelen olaylara ilişkin sonuçlar çıkarılabilirdi.

Ancak, Davis büyük bir şaşkınlığa neden oldu.

Çok az nötrino tespit edilebildi; umulandan çok daha az. Meydana gelmesi gereken argon atomlarının en fazla altıda biri oluşuyordu.

Açıkçası, güneşin merkezindeki olaylara ilişkin astronomik kuramların

yeniden gözden geçirilmesi

gerekmektedir. Güneşin

içinde olup biten olaylar

hakkında sandığımız kadar çok şey bilmiyoruz. Felaketin yakın olduğu anlamına gelebilir mi bu?

Bu konuda bir şey söyleyemeyiz. Gözlemlerimiz söz konusu olduğu sürece, güneş, tarihi boyunca dengeli kalmış ve gezegenimiz üzerinde yaşamın sürmesine olanak vermiştir. Bu dengeliliği açıklayan bir kuramımız vardı. Şimdi bu kuramı değiştirmek zorunda kalabiliriz, ama değiştirilmiş olan kuram da KanadalI fizikçi Bruno M. Pontecorvo (1913—) tarafından işaret edilmiştir.

dengeliliği açıklamak zorundadır. Kuramımızı değiştirdik diye güneş birdenbire dengesiz bir hale gelemez.

Özetleyecek olursak, güneşteki değişiklikleri içeren ve Yeryüzü'ndeki yaşamı olanaksızlaştıran ikinci gruptan bir felaket 7 milyar yıldan önce gerçekleşemez. Meydana gelmeden önceyse pek çok uyarı gönderecektir.

İkinci gruptan felaketler bundan önce de uyarısız olarak gerçekleşebilir, ama bu olasılık o kadar dü

şüktür ki, kaygılanmaya değmez.

B Ö L Ü M Ü Ç

Ü C Ü N C Ü G R U P FELA K ETLER

7 / YERYÜZÜ'NÜN BOMBARDIMANI Dünya Dışı Cisimler

Güneş sistemine yıldızlar arası uzaydan yabancı cisimler girmesi konusunu tartışırken, bu tür cisimlerin güneşi etkileyebileceğini vurguladım, çünkü güneşin bütünlüğüne ve özelliklerine yapılacak şiddetli bir müdahalenin bizim üzerimizdeki etkileri öldürücü olabilir.

Bunun daha da kötüsü, böyle bir olayın Yeryü-

zü'nün başına gelmesidir. Güneş sisteminden geçen yıldızlar arası bir cisim, güneşi doğrudan doğruya etkileyemeyecek kadar küçük olabilir. Am a aynı cisim Yeryüzünün civarına geldiğinde ya da Yeryüzü'yle çarpıştığında bir felakete neden olabilir.

Öyleyse üçüncü grup felaketleri dikkate almanın zamanı gelmiştir; evrenin, hatta güneş sisteminin di

ğer kısımlarına dokunmadığı halde, dünyayı yaşanmaz hale getirecek felaketler...

Örneğin, görece iri bir mini kara deliğin geldi

ğini düşünün; diyelim, dünya çapında kütlesi olan bir kara delik. Böyle bir cisim güneşe çarpmadan geçerse ona bir zarar vermez ve belki yörüngesi güneşin 141

yerçekimi alanı dolayısıyla korkunç bir şekilde deği

şebilir, i 1)

Böyle bir cisim Yeryüzü'nü

sıyırarak geçerse,

doğrudan doğruya dokunmasa bile, yerçekimi alanının etkisiyle tehlike yaratabilir.

Yerçekimi alanının şiddeti uzaklıkla değiştiğinden, Yeryüzü'nün davetsiz misafire bakan yüzü di

ğer yanına göre daha şiddetli bir şekilde çekilir. Y e ryüzü davetsiz misafire doğru bir miktar gerilir. Özellikle okyanusların suları çekilir. Okyanuslar Yeryüzü'nün birbirine zıt iki tarafında tümsekler meydana getirir ve kıtalar bu tümseklerden geçer. Sular günde iki kez kıta kıyılarına tırmanıp tekrar geri çekilir.

Aslında Yeryüzü, suların kabarıp çekilmesi («g e lg it») olayını ayın ve bir miktar da güneşin yerçekimi etkisiyle yaşamaktadır. Bundan dolayı, yerçekiminin ürettiği bütün etkiler «gelgit etkisi» olarak adlandırılır.

Davetsiz misafirin kütlesi büyüdükçe ve dünyaya yaklaşma derecesi arttıkça gelgit etkileri de artar.

Bir mini kara delik yeterince büyük olursa ve dünyanın çok yakınından geçerse gezegenin bütünlüğünü bozabilir, yerkabuğunu parçalayabilir.

Elbette,

gerçek bir çarpışma tam bir felaket olacaktır.

Ne var ki, böyle bir kara delik mevcut olsa bile çok enderdir. Ayrıca, anımsamalıyız ki, dünya güne

şe göre çok daha küçük bir hedeftir. Yeryüzü'nün kesit alanı, güneşin kesit alanının on iki binde biri

(1) Pek mümkün olmasa da kara delik güneş tarafından yakalanabilir ve etrafında yörüngeye girebilir. Bu yörüngenin eliptik ve hayli eksantrik olması olasılığı yüksektir. Bir talih sonucu, bu kara delik hiçbir gezegene

dokunmayabilir, ama çevrede rahatsız edici bir cisim olarak kalır. Güneş sisteminin üyesi olan bir kara delik yoktur. Aksi halde, Pluto'nun çok dışında bulunmadıkça, bunun yerçekimi alanının etkilerini fark ederdik.

dir. Böylece, bu tür bir cismin zaten düşük olan güneşe yaklaşma olasılığı, dünya söz konusu olduğunda on iki bin kat daha azalır.

Eğer varsalar, mini kara deliklerin asteroid büyüklüğünde olması olasılığı çok yüksektir. Asteroid boyutlarında, diyelim ki kütlesi dünyanın ancak m ilyonda biri kadar olan bir mini kara delik yakın bir geçişle Yeryüzü'nde ciddi bir tehlike yaratmaz. Gelgit etkisi önemsiz olacaktır ve böyle bir olay meydana gelse bile biz bunun farkına varmalıyız.

Ancak, doğrudan doğruya çarpışma halinde durum farklı olacaktır. Bir mini kara delik ne kadar küçük olursa olsun Yeryüzü'nün kabuğunda tünel açabilir. Dokunduğu maddeyi yutar ve bu işlem sırasında açığa çıkan enerjiyle yolu üzerindeki maddeyi eritip buharlaştırır. Bir tünel açarak dünyanın içinden geçer ve sonra ayrılarak uzaydaki yoluna devam eder. Ayrılırken sahip olduğu kütle dünyaya g irerken sahip olduğu kütleden daha büyük olur. A y rıca, dünyadan ayrıldıktan sonra daha yavaş hareket eder, çünkü Yeryüzü'nün buharlaşan maddeleri içinden geçerken belli bir dirençle karşılaşır.

Mini kara delik geçip gittikten sonra Yeryüzü kendi kendini iyileştirecektir. Buharlar soğuyup katılaşacak, iç basınçlar tüneli kapatacaktır. Yüzeydeki etkiler ise büyük b ir patlamanın etkilerine benzeyecek ve felaket yaratıcı olmasa bile zarar verici olacaktır.

Doğallıkla, mini kara delik ne kadar küçük olursa etkileri de o derece h afif olacaktır. Bir istisnayla, küçük bir mini kara delik büyük bir mini kara delikten daha fazla tehlike yaratabilir. Küçük bir kara deliğin momentumu da küçüktür ve eğer kara delik dünyaya göre düşük bir hızla hareket ediyor olursa, tünel açma işlemi sırasında yavaşlayabilir ve dı

şarı çıkamaz, Yeryüzü'nün içinde ileri geri salınır.

Yeryüzü'nün dönüşü dolayısıyla ileri geri hareket ederken hep aynı yolu izlemez, ama pek çok tü

nel açar ve her seferinde kütlesi giderek büyür. Sonunda merkeze yerleşir, ardında kalbura dönmüş

bir Yeryüzü bırakır. Yeryüzü'nün ortası boşalır ve bu boşluk yavaşça büyür. Dünya, yapısı iyice zayıflayınca çöker ve sonunda tüm gezegen tükenir.

Meydana gelen kara delik, Yeryüzü'nün güneş

etrafındaki yörüngesinde dönmeye devam eder. Güneş ve diğer gezegenler üzerinde herhangi bir çekim etkisi olmaz. A y bile, Yeryüzü'nün etrafında dönü-

yormuşcasma, 2 santimetre çapındaki küçücük cismin etrafında dönüşünü sürdürür. Elbette, kütle açısından değişen bir şey olmayacaktır.

Ne var ki bu, bizim için dünyanın sonu demektir; üçüncü gruptan bir felaketin özeti. Kuramsal açıdan, bu durum yann gerçekleşebilir.

Yine, güneşle çarpışsa bile onu rahatsız edemeyecek kadar küçük bir parça antimadde dünyaya zarar verebilir. Kara delikten farklı olarak bu, asteroid boyutlarında ve daha da küçük olsa Yeryüzü'nün içinde tünel açmaz. Bununla birlikte, büyüklüğüne

göre, bir şehri ya da bir kıtayı yok edecek bir krater meydana getirebilir. Uzaydan gelen alelade kütleler doğallıkla çok daha az zarar verir.

Yeryüzü bu tür felaketlerden iki nedenden dolayı korunmaktadır: 1. Mini kara delikler ve antimadde söz konusu olduğunda, bunların gerçekten var olup olmadıklarını bile bilmiyoruz.

2. Bu cisimler var olsa da uzayın hacmi o kadar büyüktür ki, bu tür cisimlerin Yeryüzü'ne çarpması, hatta yaklaşması olasılığı hemen hemen yoktur. Bu olasılık alelade maddeden meydana gelmiş cisimler için de geçerlidir.

Öyleyse, yıldızlar arası uzaydan gelebilecek iri boyutlu davetsiz misafirler tehlikesini kulak ardı edebiliriz. C1) (1) «İri boyutlu» derken, Yeryüzü'nün

Kuyrukluyıldızlar

Güneş sisteminin kendi içinde de sakınılacak cisimler vardır.

Fransız gökbilimcisi Pierre

Simon

Laplace'm

(1749-1872) çalışmaları sayesinde 1800 yıllarından beri güneş sisteminin kendi başına bırakıldığı takdirde, dengeli bir yapıya sahip olduğunu biliyoruz. (Bildi

ğim iz kadarıyla da kendi başına bırakılmıştır, çünkü 5 milyar yıldır varlığını sürdürmektedir.) Örneğin, Yeryüzü güneşin üzerine düşemez. Bunun gerçekleşmesi için dönüşünden ileri gelen açısal momentumunu yitirmesi gerekir. Açısal momentum yok edilemez, ancak

aktarılabilir.

Bu ise yalnızca

uzaydan gelebilecek gezegen boyutlarında bir cismin yaklaşarak dünyanın açısal momentumunu emmesiyle gerçekleşebilir.

A yn ı nedenle, hiçbir başka gezegen güneşin üzerine düşmez, hiçbir uydu da gezegenin üstüne... Y ine, gezegenler birbirleriyle çarpışacak şekilde yörüngelerini değiştirmezler. (2) parçacıklarıyla, tek tek atomlarla ve alt atomik par

çacıklarla çarpışması olasılığını özellikle ihmal ediyorum. Bu konuyu daha sonra ele alacağım.

(2) Rusya doğumlu

psikiyatrist Immanuel Velikovsky (1895—) 1952'de yayınladığı Çarpışan Dünyalar adlı kitabında, Venüs gezegeninin İ.Ö. 1500 yılında Jüpiter'

den koptuğunu ileri sürmüştür. Venüs, bu ayrılıştan sonra, şimdiki yörüngesine yerleşmeden önce dünya ile birkaç kez karşılaşmıştır. Velikovsky'nin aktardığı bazı mitleri ve halk masallarını saymazsak, görünüşe göre herhangi bir iz bırakmamış olmasına karşın, Velikovsky bu karşılaşmaları izleyen birtakım felaketlerden söz eder. Velikovski'nin fikirleri etkin bir hayal gücünün ürünü olan birtakım fanteziler olarak dikkate alınmayabilir. Bunlar, ancak gökbilim hakkında Velikovsky'den daha fazla bir şey bilmeyen kişileri etkileyebilir.

insanlığın geleceği

Elbette, güneş sistemi her zaman şimdi olduğu kadar düzenli değildi. Gezegenler ilk kez oluşurken, güneşin eteklerinde bulunan bir gaz ve toz bulutu çeşitli büyüklüklerdeki parçalar halinde yoğuştu.

Gezegen çekirdeklerinin boyutlarına ulaşıncaya dek, iri parçalar küçük parçaların aleyhine büyüdü. Yine de, önemli boyutlarda küçük cisimler kaldı. Bunların bir kısmı uydu haline geldi ve gezegenlerin etrafında dengeli yörüngelere girdi. Diğerleri, uydularla ve gezegenlerle çarpıştı ve onlara eklendi.

A yla meydana gelen son çarpışmaların izlerini görmek için iyi bir dürbünden başka bir şey gerekmez. A y üzerinde çapı 1 ile 200 kilometre arasında değişen 30.000 krater 'bulunmaktadır; hepsi de hızla çarpmış olan cisimlerin eseridir.

Uzay gözcü gemileri bize diğer dünyaların yüzeylerini de göstermiştir. Mars'la iki uydusu Phobos ve Deimos'un ve Merkür gezegeninin üzerinde kraterler bulabilmekteyiz. Venüs'ün yüzeyi bulutlardan görü-

nememektedir, ama kuşkusuz onun üzerinde de kraterler vardır. Jüpiter'in uyduları olan Ganymede ve Callista'nın üzerinde bile kraterler bulunmaktadır, öyleyse, neden Yeryüzü'nde böyle kraterler yoktur?

Am a durun!

Bu kraterlerden Yeryüzü'nde de vardır, daha doğrusu bir zamanlar vardı. Yeryüzü'

nün, aynı boyutlardaki diğer dünyaların sahip olmadığı özellikleri bulunmaktadır. Yeryüzü, ayda, Merkür'de ve Jüpiter'in uydularında bulunmayan ve Mars'ta pek az miktarda var olan etkin bir atmosfere sahiptir. Geniş okyanusları, buzları, yağmuru ve akarsuları vardır ki bunlar diğer dünyalarda yoktur. Son olarak, Yeryüzü'nde yaşam bulunmaktadır ve görünüşe göre dünya bu açıdan güneş sisteminde benzersizdir. Rüzgar, su ve yaşam etkinlikleri yüzeyi aşındırmaktadır. Kraterler de bir milyar yıl önce meydana gelmiş olduğundan şimdi silinmiştir, t1) (1) Jüpiter'in büyük uydularından en içte olanı Io'nun 146

Güneşin oluşumundan sonraki bir milyar yıl içinde, gezegenler ve uydular yörüngelerinde önlerine çıkan her şeyi silip süpürmüşler ve bugünkü biçimlerini almışlardır. Yine de güneş sistemi tümüyle temizlenmemiştir. Gezegen döküntüleri diyebileceğimiz kalıntılar, ve küçük cisimler, yeni bir gezegen meydana getirecek güce sahip olmadan güneşin etrafında dönmektedir. Am a bunlar daha büyük bir cisimle çarpıştıkları zaman hasar yaratabilir; örneğin, kuyrukluyıldızlar.

Kuyrukluyıldızlar puslu cisimlerdir, donuk bir

ışıkla parlarlar, kimi zaman düzgün olmayan bir şekilleri vardır. İnsanlar gökyüzüne baktığından beri orada var olmuşlardır, ama özellikleri modern zamanlara kadar anlaşılamamıştır. Yunanlı gökbilimciler bunların atmosferik

bir olgu olduğunu düşünmüşler ve gökyüzünün çok yükseklerinde yanan buharlardan meydana geldiklerini sanmışlardır.!2) A n cak 1577'de DanimarkalI gökbilimci

Tycho Brahe

(1546-1601) bunların dış uzayda bulunduğunu ve gezegenler arasında dolaştıklarını göstermiştir.

1705'te Edmund Halley, bir kuyrukluyıldızın yörüngesini hesaplamayı başarmıştır. Bu kuyrukluyıldız şimdi Halley kuyrukluyıldızı olarak anılmaktadır. Halley, kuyrukluyıldızın gezegenler gibi dairesel bir yörüngede değil de dışmerkezliği büyük bir elips üzerinde hareket ettiğini gösterdi.

Yörüngenin bir

son fotoğraflan onun yüzeyinin kratersiz olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni, uydunun etkin bir şekilde volkanik olması ve lavlarla küllerin kraterleri örtmesidir.

(2) Gezegenlerin düzenli ve önceden tahmin edilebilen hareketlerine karşılık kuyrukluyıldızlar olur olmaz zamanda ortaya çıktığından, bunlar bilim öncesi insanlara kızgın tanrılar tarafından uyarı amacıyla gönderilen felaket habercileri olarak görünmüşlerdir. Ancak bilimsel araştırmalar bu boş korkulan biraz ya-tıştırmıştır. Aslında bu korkular henüz tümüyle kaybolmuş değildir.

ucu güneşe oldukça yaklaşıyor, diğer ucuysa bilinen en uzaktaki gezegenlerin çok daha dışına ulaşıyordu.

Kuyrukluyıldızların, gezegenler ve yıldızlar gibi tek bir nokta halinde görünmek yerine uzamış bir cisim gibi görünmeleri, bunların çok büyük kütleli cisimler olduğunun sanılmasına neden olmuştur.

Fransız doğabilimcisi George L. L. Buffon (1707-88) da böyle düşündü ve kuyrukluyıldızın, güneşin yakınından geçerken onu adeta süpürüyor gibi görünmesini dikkate alarak, kuyrukluyıldızın bir terslik sonucu güneşe çarpıp çarpmayacağını merak etti.

1745'de, güneş sisteminin böyle bir çarpışma sonucu meydana gelmiş olabileceğini ileri sürdü.

Bugün biliyoruz ki, kuyrukluyıldızlar aslında kü

çük cisimlerdir, çapları birkaç kilometreden fazla de

ğildir. HollandalI gökbilimci Jan Hendrik Oort (1900-) gibi bazı gökbilimcilere göre bunlardan yüz milyar kadar bulunmaktadır ve güneşten bir ışık yılı uzakta bir kuşak oluşturmuşlardır. (Bunlar o kadar küçüktür ve öylesi geniş bir hacim içine dağılmıştır ki bizim uzayımızı etkilemezler.)

Kuyrukluyıldızlar, güneş sisteminin meydana geldiği toz ve gaz bulutunun kalıntıları olabilir. Bir olasılıkla, h afif elementlerin bileşiklerinden ve

donmuş

maddelerden meydana gelmişlerdir; su, amonyak,

hidrojen sülfür, hidrojen siyanür vb. gibi. Bu buzların içine toz ya da çakıl halinde çeşitli miktarlarda kayalık maddeler gömülmüştür. Kimi hallerde, kayalar katı bir çekirdek oluşturabilir.

Bu çok uzaktaki kuşakta bulunan bir kuyrukluyıldız, zaman zaman, yakındaki bir yıldızın yerçekimi etkisiyle yeni bir yörüngeye girer ve güneşe oldukça yaklaşır. Kuyrukluyıldız, güneş sistemi içinden geçerken, büyük gezegenlerden birinin yerçekiminden etki, lenirse yörüngesi yeniden değişir ve gezegen sistemi içinde kalabilir. I1)

(1) Kuyrukluyıldızlar küçük olduklarından gezegenlerden 148

Bir kuyrukluyıldız iç güneş sistemine girdiği zaman, güneşin sıcaklığı buzları eritmeye başlar ve gözle görülebilen bir buhar bulutu kuyrukluyıldızın merkezi «çekirdeğini» sarar. Güneş fırtınaları bu bulutu güneşin tersi yöne sürükler ve böylece uzun bir kuyruk oluşur. Kuyrukluyıldız ne kadar büyük ve buzlu olursa ve güneşe ne kadar yaklaşırsa, kuyruk da o kadar büyük ve parlak olur. Kuyrukluyıldızın büyük görünmesine neden olan işte bu kuyruk haline gelmiş

toz ve buhar bulutudur. Aslında bu bulutun kütlesi pek azdır.

Kuyrukluyıldız güneşin yakınından geçip de güneş sisteminin uzaktaki köşesine döndüğü zaman,

güneşin yanından geçişi sırasında kaybettiği madde miktarı kadar küçülür. İkinci geçişinden sonra biraz daha madde kaybeder ve bu durum kuyrukluyıldız yok oluncaya dek sürer. Sonunda ya merkezindeki kayalık kısım kalır, ya da toz ve çakıl bulutu halinde yörüngeye dağılır.

Kuyrukluyıldızlar, güneşi üç boyutlu bir şekilde kuşatan bir kuşaktan kaynaklandığından, güneş sistemine çeşitli açılarda girebilir. Hareketleri kolayca değiştirilebildiğinden yörüngeleri çeşit çeşit elipsler halindedir.

Bu koşullar altında, kuyrukluyıldızlar, güneş sisteminin gezegenler ve uydular gibi düzenli hareket eden üyelerine benzemez. Bir kuyrukluyıldız, er ya da geç, sonunda bir gezegene ya da bir uyduya çarpar; özellikle de Yeryüzü'ne çarpabilir. Bunun meydana gelmesini önleyen uzayın enginliği ve hedefin görece küçüklüğüdür. Yine de, Yeryüzü'ne bir kuyrukluyıldız çarpması olasılığı, yıldızlar arası uzaydan gelecek çok daha küçük kütleye ve açısal momentuma sahiptirler. Yerçekimi etkileşimiyle aktarılan çok küçük bir açısal momentum gezegenlerin ve uyduların yörüngelerinde hissedilemeyecek değişiklikler yaratırken kuyrukluyıldızların yörüngelerini değiştirmeye yeter.

iri bir cismin çarpması olasılığından çok daha fa zladır.

Örneğin, 30 Haziran 1908'de Rusya'daki Tunguska ırmağı yakınlarında, sabah saat 6.45'de büyük bir patlama oldu. Bir millik bir alan içindeki bütün ağaçlar yıkıldı. Bir rengeyiği sürüsü yok oldu ve kuşkusuz daha pek çok hayvan öldü. Neyse ki tek bir insan bile yaralanmadı. Patlama, Sibirya'nın balta girm emiş ormanlarında meydana geldiği için insanlara zarar veremeyecek kadar uzaktaydı. Patlama yeri uzun yıllar sonra araştırıldı ve hiçbir çarpışma izine rastlanmadı : Örneğin, herhangi bir krater görülemedi.

O zamandan beri bu dehşetli patlamayı ve herhangi bir çarpışma izi bulunmamasını açıklamak için çeşitli öneriler getirild i: Mini kara delikler, antimadde, hattâ dünya dışı uygarlıklardan gelen nükleer motorlu bir uzay gemisi. Ancak, gökbilimciler bunun küçük bir kuyrukluyıldız olduğundan emin. Kuyrukluyıldızı oluşturan buzlu maddeler atmosfere giriş sırasında buharlaştı ve hızla patladı. Patlama havada, belki de yerden 10 kilometre yukarda meydana geldi.

Böyle bir patlama Tunguska patlamasının neden olduğu hasarı yapabilirdi. Am a kuyrukluyıldız hiçbir zaman yere varamadığından,

herhangi bir krater

oluşmadı.

Patlamanın Yeryüzü'nde insanlara zarar gelmeyecek üç beş yerden birinde gerçekleşmesi büyük bir talih eseridir. Aslında, kuyrukluyıldız aynı yolu izlerken Yeryüzü bir çeyrek kadar fazla dönüş yapmış olsaydı, St. Petersburg şehri (şimdiki Leningrad) yeryüzünden silinmiş olacaktı. O zaman talihliydik, ama aynı olay daha kötü sonuçlarla yeniden meydana gelebilir ve bunun ne zaman olabileceğini bilmiyoruz.

Şimdiki koşullar altında herhangi bir uyarı gelmesi olası değildir.

Kuyruğunu da kuyrukluyıldızın bir parçası olarak sayarsak, çarpışma olasılığı çok daha büyüktür.

Bu kuyruklar milyonlarca kilometre uzunlukta olabi

lir ve dünya bunların içinden geçebilir. Aslında, 1910

yılında dünya H alley'in kuyruğundan geçmiştir.

Ancak, kuyruklar son derece seyrettiktir. Atmosfer yoğunluğunda olsa tehlike yaratabilecek zehirli gazlardan meydana gelmiş olan kuyruklar, seyreltik olduklarından zararsızdır. Halley'in kuyruğundan ge

çişi sırasında dünyaya hiçbir şey olmamıştır.

Dünya, ölü kuyrukluyıldızların kalıntıları arasından da geçebilir; aslında, geçmektedir de. Bu toz par

çacıkları sürekli olarak atmosfere çarpmakta ve yere çökmektedir. Çoğu mikroskopik boyuttadır. Gözle görünebilir büyüklükte olanlar, önlerindeki havayı sıkıştırarak ısınır ve buharlaşıncaya kadar bir göktaşı gib i parlarlar.

Bu cisimlerin hiçbiri zarar vermez, ama sonunda yeryüzeyine çökelirler. Çok küçük olmalarına karşın sayıları öyle çoktur ki, yapılan tahminlere göre dünyanın kütlesi bunlardan dolayı her yıl 100.000 ton artmaktadır. Bu, büyük bir rakam gibi görünmektedir, ama aynı oranda Yeryüzü'ne çarptıklarını varsayarsak, 4 milyar yıl içinde toplanan miktar, Yeryüzü'nün toplam kütlesinin 1/10.000.000'undan daha azdır.

Asteroidler

Güneş sistemindeki küçük cisimler, yalnızca kuyrukluyıldızlar değildir. 1 Ocak 1801'de İtalyan gökbilimcisi Giuseppi Piazzi (1746-1826) Ceres adını verdiği yeni bir gezegen keşfetti. Bu cisim tipik dairesel bir gezegen yörüngesi çizerek güneşin etrafında dönüyordu. Mars ile Jüpiter arasındaydı.

Çok küçük bir gezegen olduğundan güneş ışınlarının pek azını yakalayıp yansıtabiliyordu ve çıplak göze görünmüyordu. Bu nedenle çok geç keşfedilmişti. Aslında çapı ancak 1.000 kilometre kadardı, Merkür'den çok küçüktü.

Hepsi bu kadar olsaydı, Ceres pigme bir gezegen 151

olarak kabul edilir ve bu iş kapanırdı. Am a Ceres'in keşfinden sonraki altı yıl içinde gökbilimciler üç g e zegen daha keşfetti. Hepsi de Ceres'ten küçüktü ve hepsinin yörüngesi Mars'la Jüpiter arasındaydı.

Bu yeni gezegenler çok küçük olduklarından teleskopta yıldızımsı ışık noktalan gibi görünüyor, g e zegenler gibi disk şeklini almıyordu. Bundan dolayı W illiam Herschel bu yeni cisimlere «asteroid» («yıl-dızım sı») adının verilmesini önerdi ve bu öneri benimsendi.

Zaman geçtikçe giderek daha çok asteroid keşfedildi; hepsi de ilk dört asteroide göre ya daha küçük ya da dünyaya daha uzaktı. Bundan dolayı daha sönüktüler ve görülmeleri daha güçtü.

Şimdiye dek

1700'ün üzerinde asteroid saptanmış ve yörüngeleri hesaplanmıştır. Çaplan bir kilometre kadar ya da biraz daha büyük, 40.000 ile 100.000 adet asteroid daha bulunduğu tahmin edilmektedir. (Yine, bunlar o kadar küçüktür ve o kadar geniş bir hacme dağılm ıştır ki, gökbilimcilerin gözledikleri uzay bölgesini bulandırmazlar.) Asteroidler, buzlu maddeler yerine kaya ve metalden meydana gelmiş olmak bakımından kuyrukluyıldızlardan ayrılır. Bundan başka, asteroidler, kuyrukluyıldızlardan çok daha büyük olabilir. Dolayısıyla, asteroidler kuyrukluyıldızlardan daha dehşetli b irer mermi gibidir.

Ancak, asteroidler daha güvenilir yörüngelerde bulunmaktadır. Hemen hemen bütün asteroidlerin yö rüngeleri Mars'la Jüpiter arasındaki bölgede yer a lmaktadır. Eğer hepsi sürekli olarak burada kalırsa, elbette. Yeryüzü için hiçbir tehlike yaratmaz.

Bununla birlikte asteroidler, özellikle de küçükleri, yörünge değişikliklerine maruz kalmaktadır. Zaman içinde, bazı yörüngeler değişebilir ve asteroidler

«asteroid kuşağı»nın sınırlarına yaklaşabilir. Bunların en az sekizi Jüpiter'e yakalanacak kadar yaklaşmıştır ve şimdi onun uyduları olarak uzak yörüngelerde 152

dönmektedir. Jüpiter'in böyle başka uyduları olabilir; çok küçük olduklarından henüz saptanamamıştır. A y rıca, henüz yakalanmamış olmakla birlikte, Jüpiter'in yörüngesinde yolculuk eden ve onun 60 derece önünde ve 60 derece arkasında bulunan birkaç düzine uydu vardır. Jüpiter'in yerçekimi etkisiyle bulundukları yere az çok kilitlenmişlerdir.

Yörüngeleri elips haline gelmiş asteroidler de bulunmaktadır. Bunlar güneşe en yakın oldukları zaman asteroid kuşağı içindedir, ama yörüngelerinin diğer ucuna vardıklarında Jüpiter'in oldukça ötesine gitmiş olurlar. 1920 yılında Alman gökbilimcisi W alter Baade (1893-1960)

tarafından

keşfedilmiş olan

Hidalgo adlı böyle bir asteroid, hemen hemen Satürn'

ün yörüngesine kadar yaklaşmaktadır.

Asteroid kuşağı içinde kalan

asteroidler nasıl

dünya için bir tehlike oluşturmuyorsa, asteroid ku

şağının dışına sapan ve Jüpiter'in yörüngesinin ötesine giden asteroidler de bir tehlike oluşturmaz. Ama öteki yöne sapan ve Mars'a, hattâ Yeryüzü'ne yaklaşan asteroidler bulunmakta mıdır?

Böyle bir olasılığın ilk belirtisi 1877'de, Amerikalı gökbilimci Asaph Hail (1829-1907) Mars'ın iki uydusunu keşfettiği zaman ortaya çıktı. Bunlar asteroid boyutlarında çok küçük cisimlerdi. Şimdi bunların, Mars'a çok yaklaşmaya cüret ettiği için yakalanmış

asteroidler olduğu düşünülmektedir. Daha sonra, 13 Ağustos 1898'de Alman gökbilimcisi Gustav W itt, Eros adını verdiği bir asteroid keşfetti. Bunun yörüngesi belirgin bir şekilde eliptikti, öyle ki, güneşten en uzak noktadayken asteroid kuşağı içinde kalıyordu, ama güneşe en yakın noktasında 170 milyon kilometre kadar yaklaşıyordu. Bu mesafe, Yeryüzü'nün güneşe olan uzaklığı kadardı.

Aslında, Yeryüzü ve Eros, yörüngeleri üzerinde uygun noktalara gelirse, aralarındaki uzaklık ancak 22,5 milyon kilometre kadar olacaktır. Doğallıkla birbirlerine bu kadar çok yaklaşmaları pek sık görülmez ıs a

ve genellikle birbirlerinden daha uzaktadır. Yine de, Eros Yeryüzü'ne diğer gezegenlere göre daha fazla yaklaşır. Eros, güneş sisteminde, ay dışında Yeryüzü'ne Venüs'ten daha çok yaklaştığı saptanmış ilk iri cisimdir. Bundan dolayı Yeryüzü'nü tehdit eden ilk cisim olarak mimlenmiştir.

Yirminci yüzyıl boyunca, fotoğraf ve diğer teknikler aracılığıyla asteroidler incelenmiş ve dünyayı tehdit eden bir düzineden fazla asteroid bulunmuştur. Eros, biçimsiz bir şekli olan bir cisimdir. En uzun çapı 24 kilometre kadardır. Ama diğer tehdit edici cisimler bundan daha küçüktür; en fazla 1 ile 3 kilometre çapındadır.

Bu tehdit edici cisimler dünyaya ne kadar yakla

şabilir? 1937 Kasım'ında Hermes adı verilen bir asteroid Yeryüzü'nün 800.000 kilometre kadar yakınından geçti; A y 'ın uzaklığının iki katı kadar bir mesafeydi bu. O zaman yapılan hesapların gösterdiğine göre, Yeryüzü ve Hermes uygun noktalarda bulunsaydı birbirlerine 310.000 kilometre

kadar yaklaşacaklardı.

Böylece Hermes bize A y 'dan daha yakın olacaktı. Bunu düşünmek pek hoş değildir, çünkü Hermes olasılıkla bir kilometre çapındadır ve dünyaya çarpması halinde büyük zarar verecektir.

Bir daha görülmemesine karşın Hermes'in yörüngesinden emin olamayız. Yörüngeye ilişkin hesaplarımız yanlış olabilir, ya da Hermes herhangi bir nedenle yörüngesini değiştirmiştir. Bir kez daha görülmesi ancak rastlantı sonucu olacaktır.

Kuşkusuz görebildiklerimiz dışında dünyayı tehdit eden daha pek çok cisim bulunmaktadır. Bunlar dünyanın yakınından geçerken bu işi çok hızlı yapar ve teleskoplardan kaçar. Ayrıca, çok küçük olabileceklerinden (dünyayı tehdit eden küçük cisimler büyüklerinden fazladır) son derece sönüktürler.

Amerikalı gökbilimci Fred W hipple (1911-) çapı 1,5 kilometreden büyük 100 kadar tehdit edici cisim bulunduğundan kuşkulanmaktadır. Öyleyse, çapı 1,5

ile 0,1 kilometre arasında değişen daha binlercesi

vardır.

10 Ağustos 1972'de çok küçük bir cisim üst atmosferden geçti ve görülebilecek bir parlaklığa kadar ısındı. En yakın konumundayken güney Montana'nm 50 kilometre üstündeydi. Çapı 0,013 kilometre olarak tahmin edildi.

Kısacası, Yeryüzü'nün komşu bölgeleri, yirminci yüzyıla kadar görülememiş cisimler bakımından zengindir. Bunlar Eros kadar büyük cisimlerden dağ büyüklüğündeki cisimlere, binlerce iri kaya parçasından milyonlarca çakıl taşma kadar çeşitli büyüklükteki cisimlerdir. (Eğer önceki kısımda sözünü

ettiğim kuyrukluyıldız kalıntılarını da hesaba katmak istersek, iğnebaşı büyüklüğünde ve daha küçük sayısız cisim vardır.)

Yeryüzü böylesi kalabalık bir uzaydan çarpışma olmadan geçebilir mi? Elbette, hayır. Çarpışmalar sürekli olarak meydana gelmektedir.

Göktaşları

Hemen hemen bütün durumlarda, atmosfere girdiği zaman gözle görülebilecek şekilde aydınlanan iri madde parçaları (bunlara «göktaşı» diyoruz) yere varmadan çok önce toz ve gaz halinde buharlaşır.

Tarih zamanlarının belki de en büyük «göktaşı sağanağı» 1833'de meydana geldi. Birleşik Devletler'in doğusundaki gözlemcilere göre parlayan ışıklar uçu

şan karlara benziyordu. Kimi cahil kişiler yıldızların gökten düştüğünü ve dünyanın sonunun geldiğini sandılar. Ne var ki, göktaşı sağanağı sona erdiği zaman yıldızlar her zamanki gibi sükunet içinde gökte durmağa devam ediyorlardı.

Hiçbiri kayıp değildi.

Dahası, parlayan bu madde parçalarının hiçbiri yere tespit edilebilecek bir cisim büyüklüğünde çarpma-mıştı.

Eğer atmosfere çarpan bir kalıntı parçası yeterince büyükse, havanın içinden hızla geçişi onun tümüyle buharlaşmasına yetmez, bir parçası göktaşı halinde yere ulaşır. Bu tür cisimler belki de kuyrukluyıldız kökenli değildir; asteroid kuşağından kaynaklanmaktadır.

Tarih zamanlan boyunca Yeryüzü'ne belki 5.500

göktaşı çarpmıştır. Bunların yaklaşık onda biri demirden, geri kalanları kayalardan meydana gelmiş

olabilir.

Düştüğü gözle görülmedikçe, kayadan yapılmış

göktaşlarını Yeryüzü'ndeki diğer kayalardan ayırt etmek uzman olmayan kişiler için mümkün değildir.

Demir göktaşları ise dikkati çekicidir, çünkü metalik demir Yeryüzü'nde pek sık görülmez. (') Demir cevherinin eritilerek demirin elde edilmesinin bilinmediği eski günlerde, göktaşları, aletlerin

ve silahların uçlarındaki sertliği sağlamak için değerli bir kaynaktı.

Bunlar o derece kullanılmıştır ki, İ.Ö. 1500 yılından önce uygarlıkların gelişmiş olduğu bölgelerde demir göktaşlarının izine raslanamamak-tadır.

Demir Devri öncesi kültürler bunları bulmuşlar ve hepsini tüketmişlerdir.

Bununla birlikte, bulunan meteoritler meteorlara denk değildir. Neden olsun? Meteorit yerde bulunmuş

bir demir parçasıdır, meteor ise gökte parlayan bir ışıktır; aralarında neden bir ilişki bulunsun? (1

2)

Muhakkak ki gökten düşen cisimler üzerine e fsaneler vardı. Müslümanlarca kutsal sayılan Kâbe'

deki «kara taş» bir meteorit olabilir. Efes'te Artemis (1) Bunlar aslında demir alaşımıdır; nikel ve kobaltla karışıktır.

(2) «Meteor» Yunanca «üst atmosfer» demektir, çünkü meteorlar eski Yunanlılara tıpkı kuyrukluyıldızlar gibi salt bir atmosfer olayı olarak görünüyordu. Böylece,

«meteoroloji» meteorları değil havayı inceleme bilimidir. Meteorlann incelenmesi işine modem dilde «meteoritik» adı verilmektedir.

tapınağında bulunan kutsal cisim de belki bir başka meteorittir. Ancak, modern zamanların bilim adamları bu masallara önem vermediler ve onları boş inan olarak nitelendirdiler.

1807'de Yale'den Amerikalı bir kimyacı olan Benjamin Silliman (1779-1864) ve bir meslekdaşı, düşen bir meteorite tanık olduklarını bildirdiler. Haberi duyan Başkan Thomas Jefferson, iki Yankee profesörün yalan söylediğine inanmanın gökten taşlar düştüğüne inanmaktan daha kolay olduğunu söyledi. Ne var ki, bunu izleyen başka haberlerle bu konuya duyulan bilimsel merak arttı. Jefferson'un kuşkuculuğuna kar

şın, Fransız fizikçisi Jean Baptiste Biot (1774-1862) 1803'te çoktan bu tür taşların düştüğüne ilişkin inandırıcı bir yazı yazmıştı.

Uygarlaşmış bölgelere düşen meteoritler genellikle küçük olmuştur ve belli bir hasar meydana getirmemiştir. Bir meteoritin bir insana çarptığına ilişkin yalnızca bir tek haber vardır. Alabama'da bir kadma çarpan meteorit kadının kalçasını çürütmüştür.

Bilinen en büyük meteorit halen güneybatı A frika'da Namibia'da bulunmaktadır. 66 ton çektiği tahmin edilmektedir. Bilinen en büyük demir meteorit New York'ta Hayden Planetarium'da sergilenmiştir ve yaklaşık 34 ton ağırlıktadır.

Bundan daha büyük olmayan meteoritler bile nüfusun yoğun olduğu bir kente düşerlerse yüzlerce

hattâ binlerce kişi öldürebilir. Öyleyse bunlardan birinin bir gün bize çarpması olasılığı nedir? Uzayda, bize çarpması halinde büyük zararlar verecek son derece iri dağlar bulunmaktadır.

Uzaydaki iri cisimlerin (elbette bunlar küçük cisimlerden çok daha azdır) Yeryüzü'yle kesişmeyecek yörüngelerde bulunduklarını ve bize asla yaklaşmayacaklarını ileri sürebiliriz.

Bu, bizim şimdiye dek

neden ezilmediğimizi ve bundan sonra da neden herhangi bir korkumuz olmaması gerektiğini açıklayabilir.

Ancak bu öneri iki nedenden dolayı ikna edici değildir. Birincisi, iri cisimlerin yörüngeleri bizimkiyle kesişmeyecek şekilde olsa bile, gelecekte oluşacak e tkiler sonucu bunların yörüngeleri değişebilir ve bize çarpabilirler.

İkinci olarak, gerçekten büyük meteoritler dünyaya çarpmıştır; bir kenti yok edebilecek kadar büyük meteoritler. Bu çarpışmalar tarih zamanlarında gerçekleşmemiştir ama pek eski de sayılmazlar.

Çarpışmaların kanıtlarını elde etmek kolay d eğ ildir. Yüz bin yıl önce meydana gelmiş büyük bir çarpışmayı gözlerinizin önüne getirin. Meteorit, b ir olasılıkla toprağın derinliklerine gömülmüştür; kolayca ortaya çıkartılıp incelenemez. Elbette, arkasında büyük bir krater bırakmıştır, ama rüzgarların ve suların etkisiyle birkaç bin yıl içinde silinip gitmiştir bu.

Bununla birlikte, havadan bakıldığında, tümüyle'

ya da kısmen suyla dolu yuvarlak yeryüzü şekilleri keşfedilmiştir. Çevredeki şekillerden farklılıklar gösteren bu yuvarlaklıklar ortada bir «fosil krater» bulunduğu kuşkusunu uyandırmakta ve yakından incelendiğinde bu kuşkular doğrulanmaktadır. Yeryüzü'

nün şurasında burasında belki yirmi tane böyle fosil krater tespit edilmiştir ve bunlar bir olasılıkla son bir milyon yıl içinde meydana gelmişlerdir.

Kesinlikle belirlenmiş en büyük fosil krater Ungava-Quebec krateridir. Quebec'in Kanada bölgesinin en kuzeyindeki Ungava yarımadasındadır.

1950'de

Kanadalı maden arayıcısı Fred W. Chubb tarafından keşfedilmiştir. Krater, 3,34 kilometre çapında ve 0,361

kilometre derinliktedir.

Doğrusu, böyle bir cisim Manhattan'a düşseydi tüm adayı tahrip ederdi. Long Island'ın ve New Jer-sey'in bir kısmına zarar verir, birkaç milyon insan öldürürdü.

Daha küçük, ama daha iyi korunmuş bir başka krater Arizona'da Winslow kasabası yakınındadır. Bu kurak bölgede krateri aşındıracak miktarda su yok

tur. Bugün bile tazeliğini korumaktadır ve A y ’da görülen kraterlerin küçük bir akrabası gibidir.

Bu krater 1891’de keşfedildi, ama onun sönmüş

bir volkan değil de meteoritik bir krater olduğunu 1902’de vurgulayan ilk kişi Daniel Moreau Barringer’

dir. Bu yüzden «Büyük Barringer Meteor Krateri» ya da yalnızca «Meteor Krateri» olarak anılır.

M eteor Krateri 1,2 kilometre çapında ve 0,18 kilometre derinliğindedir. 5.000 yıl önce meydana geldi

ğine ilişkin tahminler varsa da 50.000 yıl önce de meydana gelmiş olabilir. Krateri meydana getirmiş olan meteoritin ağırlığı kimi kişilerce 12.000 ton kadar az, kimi kişilerce de 1,2 milyon ton kadar çok tahmin edilmektedir.

Am a bunlar hepsi geçmişte olmuş şeylerdir. Gelecek için neler bekleyebiliriz? Gökbilimci Ernst Öpik’

in tahminlerine göre, dünyayı tehdit eden bir cismin Yeryüzü'ne çarpması için yörüngesinde ortalama 100

milyon yıl yolculuk etmesi gerekmektedir. Çarpması halinde bir şehri silebilecek, hattâ daha kötüsüne neden olabilecek bu tür iki bin cisim bulunduğunu dü

şünürsek, böylesi felaketler arasındaki ortalama zaman aralığı ancak 50.000 yıldır.

Yeryüzü'nün belli bir bölgesinin, diyelim New

York kentinin bunlara hedef olması olasılığı nedir?

New York kentinin yüzölçümü Yeryüzü alanının 1,5

milyonda biridir. Bu demektir ki, New York kentine yaklaşık 33 milyar yılda bir kez bir gökcismi çarpabilir. Yeryüzü'ndeki büyük kentlerin toplam alanının New York'un yüz katı olduğunu varsayarsak, herhangi bir şehri yok edecek çarpışmaların zaman aralığı 330 milyon yıldır.

Bu, önemsenmeyecek bir rakam değildir ve ancak beş bin yıl yaşında olan uygarlık tarihi boyunca herhangi bir kentin düşen bir meteorit tarafından tahrip edilmemiş olmasına şaşmamak gerekir. (') 1

(1) Incil'de anlatılan Sodom ve Gomorrah'm yok oluşu masalı belki de çarpıtılmış bir meteor çarpması olayıdır.

Büyük bir meteoritin bir kente zarar vermesi için doğrudan doğruya kente çarpması gerekmez. Eğer bir meteorit okyanusa düşerse (ki olasılıklara göre her on meteoritten yedisi okyanuslara düşebilir) m eydana gelecek dalgaların etkisiyle kıyı kentlerindeki insanlar boğulabilir, binalar yıkılabilir.

İşin kötü yanı, meteoritin çarpacağını önceden bildiren hiçbir şey yoktur. Çarpan cisim fark edilemeyecek kadar küçük ve hızla hareket ediyor olacaktır.

Parlamaya başladıktan sonra çarpması an meselesidir.

İri bir meteorun çarpması olasılığı her ne kadar şimdiye dek söz ettiğim felaketlerden küçükse de, iki bakımdan onlardan ayrılmaktadır. Birincisi, her ne kadar bir felaket yaratsa da, güneşin kızıl bir dev haline gelmesi kadar büyük bir felaket yaratmaz. Bir meteoritin insanlığı yok etmesi, hattâ uygarlığı yıkması olası değildir. İkincisi, çok geçmeden bu tür fe laketler önlenebilir.

Şimdilerde uzaya gidebilmekteyiz. Bir yüzyıl içinde A y ’da ve Yeryüzü etrafındaki yörüngelerde mükemmel gözlemevleri kurulabilir. Gökbilimciler, arada atmosfer bulunmadığı için, bu tür gözlemevlerinden Yeryüzü’nü tehdit eden cisimleri daha kolayca izleyebilirler. Tehlikeli cisimleri daha yakından gözleyebilir ve bunların yörüngelerini tespit edebilirler.

Öyleyse, belki yüz yıl, ya da bin yıl sonra bilgisayarına bakan bir gökbilimci, «Dikkat, dünyaya yaklaşan bir cisim var!» diyebilecektir ve on yıllardır ya da yüzyıllardır beklenen böyle bir an için bir karşı harekette bulunulabilecektir.

Tehlikeli kaya gökyüzünde izlenecek ve uygun bir konumda yok edilebilecektir. Kaya parçalanıp buharlaşacak ve küçücük çakıl taşlan halinde ufalanacaktır.

Sonunda, belki de dünyaya yaklaşma eğilimi gösteren ve hiçbir bilimsel değeri olmadığı gökbilimciler tarafından onaylanan bütün cisimler yok edilecektir.

O zaman bu tür felaketler için endişelenmemize gerek kalmayacaktır.

8/YERYÜZÜ'NÜN YAVAŞLAMASI

Gelgitler

Önceden söylediğim gibi, ayın yörüngesi dışından gelecek bir yabancı cisim dolayısıyla doğabilecek üçüncü gruptan bir felaket endişelenilecek bir şey de

ğildir. Böyle bir durum ya olasılık dışıdır, ya da ger

çekten bir felaket değildir. Kimi durumlarda da ka-

çıfıılabilir. Öyleyse kendimize şunu sorm alıyız: Yeryüzü-ay sistemi ötesinden gelecek cisimler dışında, üçüncü gruptan bir felaket yaratabilecek başka bir şey var mıdır? Yanıt olarak, önce ayın kendisini dü

şünelim.

Ay, yeryüzüne en yakın gök cismidir. Ayla yeryüzü arasındaki merkezden merkeze olan uzaklık

384.404 kilometredir. A yın yörüngesi mükemmel bir daire olsaydı, bu uzaklık her zaman aynı kalacaktı.

Ne var ki, yörünge hafifçe eliptiktir. Böylece ay, 356.394 kilometreye yaklaşabilirken, 406.678 kilometreye uzaklaşabilir.

A yın uzaklığı Venüs'ün uzaklığının 1/100'ü, Mars'

ın uzaklığının l/140'ı, güneşin uzaklığının 1/390'ıdır.

Çapı bir kilometreden fazla olmayan ve ancak bir kez görülmüş olan Hermes asteroidinden daha büyük

hiçbir cisim yeryüzüne aydan daha yakın olmamıştır.

A yın yakınlığını bir başka şekilde vurgulamak istersek, ay, insanların erişebileceği kadar yakın bir gökcismidir; bizden üç günlük uzaklıktadır. Roketle aya varmak, trenle Birleşik Devletlerin bir ucundan diğer ucuna gitmek kadar zaman alır.

A yın bu olağanüstü yakınlığı

tehlikeli midir?

Herhangi bir nedenle düşüp yeryüzüne çarpabilir

mi? Eğer böyle bir şey olursa, herhangi bir asteroidden çok daha büyük bir felaket yaratabilir, çünkü ay gerçekten iri bir cisimdir. Çapı 3.476 kilometredir; ya da yeryüzünün dörtte birinden biraz daha büyük.

insanlığın geleceği

Kütlesi yeryüzünün 1/81'idir; en büyük asteroidin 50

katı.

Eğer ay yeryüzüne düşseydi. Çarpışmanın sonucu gezegendeki tüm yaşam için öldürücü olurdu. Her iki cisim de ezilip parçalanırdı. Neyse ki, önceki bölümde söylediğim gibi, böyle bir şeyin gerçekleşmesi olasılığı yoktur. Ayın açısal momentumu, sözcüğün alışılmış anlamıyla bir düşüş meydana getirecek şekilde birdenbire ve tümüyle yok edilemez. Böyle bir durum ancak çok iri üçüncü bir cismin yeterli bir doğrultuda ve yeterli bir hızda yaklaşmasıyla ger

çekleşebilir. Bunun meydana gelmesi olasılığı ise hemen hemen sıfırdır. Dolayısıyla, ayın yörüngesinden çıkmasından korkmamıza gerek yok.

Ayın başına bir şey gelmesinden ve bunun bizim üzerimizde bir felaket yaratmasından korkmamıza

da gerek yok. Örneğin, ayın patlaması ve parçalarının üzerimize yağması olası değildir. Ay, jeolojik açıdan ölü bir cisimdir. İç ısısı, yapısında ya da yüzeyinde herhangi bir değişiklik meydana gelmesine yetecek kadar büyük değildir.

Aslında, güneş kızıl bir dev halinde genişleyip de ay ile yeryüzünün her ikisini de yok edinceye kadar bugün olduğu gibi kalacaktır ve bize bir zarar vermeyecektir.

Bununla birlikte, ayın bizi etkilemesi için yeryüzüne çarpması gerekmez. Aym çok güçlü bir yerçekimi alanı vardır. Dünyaya olan etkisi bakımından güneşten sonra gelir.

Gökyüzündeki herhangi bir cismin dünya üzerindeki yerçekimi etkisi bu cismin kütlesine bağlıdır ve güneş ayın 27 milyon katı bir kütleye sahiptir. Bununla birlikte, yerçekimi, uzaklığın karesiyle azalır.

Güneşin yeryüzünden uzaklığı ayın uzaklığının 390

katıdır; yani 390 x 390 152.000.

Bu sayıyı 27.000.000’a

bölersek güneşin yeryüzü üzerindeki çekiminin ayın çekiminin 178 katı olduğunu buluruz.

Her ne kadar ayın yeryüzü üzerine uyguladığı 162

yerçekimi kuvveti güneşin uyguladığı yerçekimi kuvvetinin yüzde 0,56’sıysa da, bu çekim, üzerimizdeki diğer yerçekimi kuvvetlerinden çok daha büyüktür.

Ayın bizim üzerimizdeki yerçekimi kuvveti, Jüpiter’in bize en yakın olduğu zaman uyguladığı yerçekimi kuvvetinin 106 katı, Venüs'ün en yakın konumunda uyguladığı yerçekimi kuvvetinin ise 167 katıdır. V enüs ve Jüpiter dışındaki diğer gökcisimlerinin Yeryüzü üzerindeki yerçekimi kuvvetleri ise çok daha kü

çüktür.

Ayın Yeryüzü üzerindeki yerçekimi bir felaket yaratabilir mi? Bu soruya verilecek yanıt ilk bakışta olumsuz gibi görünebilir, çünkü güneşin yerçekimi kuvveti çok daha büyüktür. Güneş başımıza herhangi bir dert açmadıktan sonra ay neden açsın?

Eğer gökcisimleri yerçekimsel kuvvetlere bütün noktalarında aynı şekilde tepki göstermiş

olsalardı

bu sorumuz doğru olurdu. Ama durum böyle değildir. Gelgit etkileri sorununa yeniden dönelim ve bunları ay açısından en ince ayrıntılarına dek düşünelim.

Dünyanın aya bakan yüzü, ayın merkezinden ortalama 378.026 kilometre uzaklıktadır. Dünyanın aya bakmayan yüzü ise ayın merkezinden Yeryüzü'nün kalınlığı kadar daha uzaktadır ve 390.782 kilometre mesafededir.

Ayın çekim gücü uzaklığın karesiyle azalır. Y eryüzü merkezinin aym merkezine olan uzaklığına 1

dersek, Yeryüzü'nün aya bakan yüzünün uzaklığı

0,983, ters taraftaki yüzünün uzaklığı ise 1,017 olur.

Ayın Yeryüzü merkezi üzerindeki çekimine 1 dersek, Yeryüzü'nün aya bakan yüzü üzerindeki çekim 1,034, ters taraftaki yüzeyi üzerindeki çekim ise 0.966

olur. Bu demektir ki, Yeryüzü'nün aya yakın yüzü üzerindeki çekim, uzak yüzü üzerindeki çekimden yüzde 7 daha büyüktür.

Ayın Yeryüzü üzerindeki çekiminin uzaklıkla bu şekilde değişmesi sonucu, Yeryüzü ay doğrultusunda 163

gerilir. Aya bakan yüzü merkeze göre, merkez de ters taraftaki yüze göre daha şiddetle çekilir.

Sonuçta, Yeryüzü'nün iki yanı şişkinleşir. Y e ryüzü sert kayalardan yapılmış olduğundan, katı bölgelerdeki şişkinlik fazla değildir. Oysa, okyanuslar belirgin bir şekilde kabarır.

Yeryüzü dönerken, aya bakan kıtalar şişkin suyun içinden geçerler. Sular belli bir noktaya kadar kıyıya tırmanır ve sonra geri çekilir. Yeryüzü'nün öte yanında ise, dönen kıtalar 12 1/2 saat sonra diğer kabartının içinden geçerler. (Fazladan gelen yarım saat ayın bu süre içinde bir miktar hareket etmiş olmasından dolayıdır.) Böylece, günde iki yükselme, iki de alçalma meydana gelir.

Herhangi bir gökcismi tarafından dünya üzerinde meydana getirilen gelgit etkisi bu cismin kütlesiyle doğru orantılı olarak artarken, uzaklığın küpüyle de azalır. Tekrarlayacak olursak, güneş aydan 27

milyon kez kütleli ve 390 kez daha uzaktadır. 390’m küpü yaklaşık 59.300.000 eder. Güneşin kütlesini Caya göre) uzaklığının (aya göre) küpüne bölecek olursak, güneşin Yeryüzü üzerindeki gelgit etkisinin, ayın Yeryüzü üzerindeki gelgit etldsinin 0,46’sı olduğu ortaya çıkar.

Öyleyse, ayın Yeryüzü’ndeki gelgitlere katkısı

güneşin katkısından daha büyüktür. Diğer gökcisimlerinin hiçbirinin Yeryüzü üzerinde ölçülebilir bir gelgit etkisi yoktur.

Öyleyse, gelgitlerin herhangi bir şekilde bir felaket yaratıp yaratmayacağını sormamız gerekir.

Uzayan Gün

Gelgitlerden ve felaketlerden birlikte söz etmek tuhaf görünüyor. İnsanlık tarihi boyunca her zaman gelgitler meydana gelmiştir. Bunlar düzenli ve tahmin edilen zamanlarda gerçekleşmiştir. Dahası gel-164

gitler yararlı da olmuştur. Gemiler genellikle sular yükseldiği zaman yelken açmıştır. Yükselen sular onların kayalara çarpmasını önlemiş, çekilen sular ise gem ileri açık denize doğru itmiştir.

Dahası, gelgitler gelecekte bir başka şekilde yararlı olabilir. Sular yükseldiği zaman bir tankta depolanabilir ve çekildiği zaman bir türbini döndürebilir.

Bu açıdan bakıldığında, gelgitler dünya için sonsuz bir elektrik kaynağı olabilir. Felaket bunun neresinde?

Yeryüzü dönerken ve karalar su kabartısının

içinden geçerken, kıyılara tırmanan ve çekilen sular bir sürtünme yaratır; yalnızca kıyılarda değil, okyanusun sığ bölgelerinde de. Yeryüzü'nün dönme enerjisinin bir kısmı bu sürtünmeyi yenmek için harcanır.

Dahası, okyanusların üçte biri kadar olmasa bile, gezegenin karasal kesimleri de kabarır. Ancak, bu kabarma kayaların birbiri üzerinde kaymasıyla meydana gelir. Dünyanın dönme enerjisinin bir kısmı da böyle tüketilir. Elbette enerji yok olmaz; ısıya dönü

şür. Bir başka deyişle, gelgitlerin sonucu olarak dünyanın ısısı artar, dönme hızı yavaşlar ve günler uzar.

Kütlesi büyük olduğundan ve çok hızlı döndü

ğünden Yeryüzü'nün sahip olduğu enerji muazzamdır.

İnsan ölçeklerine göre, gelgit sürtünmeleri dolayısıyla enerjisinin büyük bir bölümü tüketilse bile günlerin uzaması çok çok az olacaktır. Bununla birlikte, günlerdeki en küçük bir uzama bile önemli bir toplam etki yaratacaktır.

Örneğin, günlerin bugün 86.400 saniye uzunlukta olduğunu ve her yıl ortalama 1 saniye uzadığını düşünelim. Yüz yıl sonra günler 100 saniye ya da 1

1/3 dakika daha uzun olacaktır.

Elbette günler çok daha yavaş bir hızla uzamaktadır.

Eski zamanlarda, birtakım güneş tutulmalarının günün belli zamanlarında meydana geldiği kaydedilmiştir. Zaman içinde geriye doğru bir hesap yaptığı165

mız takdirde, bunların kaydedilen tarihten farklı bir tarihte meydana gelmiş olmaları gerektiğini anlıyoruz. Ortadaki çelişki günlerin uzamış olmasından dolayıdır.

Eski insanların zamanı belirlemek için en ilkel yöntemlere sahip olduklarım ve zamanı kaydetme

kavramlarının bizimkinden farklı olduğunu ileri sürebiliriz. Bundan dolayı, güneş tutulmalarının zamanı üzerine söylediklerinden yola çıkarak b ir karara varmak riskli olabilir.

Ancak, sorun yalnızca zamanda değildir. Güneşin tam olarak tutulması Yeryüzü'nün yalnızca pek kü

çük bir bölgesinden görülebilir. Eğer bir güneş tutulmasının hesaplanan zamandan bir saat önce gerçekleştiğini varsayarsak, Yeryüzü'nün dönmek

için daha az zamanı olacaktır ve güneş tutulması ılıman bölgelerde, bizim hesaplarımızın gösterdiği yere göre belki 1.200 kilometre daha doğuda meydana gelecektir.

Eski insanların güneş tutulmasının meydana geldiği zamana ilişkin sözlerine güvenmesek bile, güneş

tutulmalarının yerlerini doğru olarak bildirdiklerinden emin olabiliriz. Bu da bize bilmek istediğimiz şeyi anlatır. Onlann raporlarına bakarak toplam hata miktarım ve günlerin uzama oranını öğreniyoruz.

Böylece, günlerin her 62.500 yılda 1 saniye uzadığını anlayabiliyoruz.

Bu durum hiç de bir felaket gibi görünmüyor. Şu anda günler, piramitlerin yapıldığı zamana göre 1:14

saniye daha uzundur. Kuşkusuz böylesi bir farklılık aldırış edilemeyecek kadar küçüktür. Kuşkusuz! Am a tarih zamanlan jeolojik devirlerin yanında çok kısa bir andır. Bir milyon yılda meydana gelen artış 16

saniyedir ve Yeryüzü tarihinde pek çok milyon yıl vardır.

400 milyon yıl öncesini düşünelim: 3 milyar yıldır denizlerde mevcut olan yaşam karalara tırman168

maya başlıyordu. Son 400 milyon yılda günler 6.400

saniye uzamıştır.

Öyleyse 400 milyon yıl önce günler şimdikinden 6.400 saniye daha kısaydı. 6.400 saniye hemen hemen 1,8 saate eşit olduğundan, yaşamın karalara tırmand ığı zamanlarda günler 22,4 saat uzunluktaydı. Y ıl uzunluğunun bu süre içinde değiştiğini düşünmek

için hiçbir neden bulunmadığından, bir yılda 395 gün vardı.

Bu, yalnızca bir hesaplamadır. Doğrudan bir kanıt bulabilir miyiz? 400 milyon yıl öncesinden kalma mercan fosilleri vardır. Bunlar gündüz vakti geceye göre farklı bir hızla büyürler. Yaz mevsimindeki büyüme hızları da kış mevsimindeki büyüme hızlarından farklıdır. Bunun sonucu, mercanların kabuklan üzerinde günleri ve yıllan gösteren işaretler vardır.

1963'te Am erikalı paleontolog John W est Wells, bu mercan fosillerini özenle inceledi ve her kalın işarete karşılık 400 ince işaret buldu. Bunlar gösteriyor ki, 400 milyon yıl öncesi bir yılda 400 gün vardı. Demek ki bir gün 21,9 saat uzunluğundaydı.

Bu durum hesaplara çok yakındır. Aslında şaşırtıcı derecede yakındır, çünkü günlerin uzama oranının ille de sabit olmayacağını düşünmemiz için nedenler vardır. Dönme enerjisinin kaybolma hızını de

ğiştirecek etkenler bulunmaktadır. İlerde göreceğimiz gibi, ayın uzaklığı zamanla değişmektedir. Aynı şekilde, kıtaların konumu ve denizlerin derinliği de değişir.

Yine de günlerin, Yeryüzü'nün tarihi boyunca sabit bir hızla arttığını düşünelim. Bu durumda, 4,6

m ilyar yıl önce ilk kez oluştuğu zaman Yeryüzü'nün dönüş hızı neydi? Bunu hesaplamak kolaydır. Yeryüzü, doğduğu zaman bir dönüşünü 3,6 saatte tamamlıyor olmalıydı.

Elbette bu kesinlikle böyle değildir. Daha derinlemesine hesaplar günlerin en kısa zamanlarda bile 5 saat uzunlukta olduğunu gösteriyor. Aynca, ay ta S r,

başından beri var olamayabilir; belki sonradan Yeryüzü'nün çekimine yakalanmıştır ve dünyanın gelgitler dolayısıyla yavaşlaması yeni bir olaydır. Öyleyse.

Yeryüzü'nün ilk zamanlarında günlerin uzunluğu 10, hatta 15 saatti.

Yine de emin olamayız. Elimizde günlerin Y eryü zü'nün ilk zamanlarındaki uzunluğuna ilişkin doğrudan bir kanıt yok.

Durum ne olursa olsun, günlerin çok uzak geçmişte kısa olmasının yaşam üzerinde bir etkisi yoktu. Yeryüzü'ndeki bir bölge, kısa bir gün içinde, sıcakta da soğukta da kısa bir süre kalacaktı. Böylece, Yeryüzü'nün ilk

zamanlarındaki sıcaklıklar birbirine daha yakındı ve canlılar bu sıcaklıklarda varlıklarını sürdürebildiler. Aslında, o zamanki koşullar yaşam için şimdikinden daha uygun olmalıydı.

Peki ama, günlerin uzaması sonucu gelecekte ne olacak?

Uzaklaşan Ay

Milyonlarca yılın geçmesiyle günler uzamaya devam edecek, çünkü gelgitler durmayacak. Bu işin sonu ne olacak? Aya bakacak olursak sonumuz hakkında bir fikir edinebiliriz, çünkü ay da dünyanın gelgit etkisi altındadır.

Yeryüzü'nün kütlesi ayın 81 katıdır.

Öyleyse,

başka her şey eşit olduğu takdirde, Yeryüzü'nün ay üzerindeki gelgit etkisi, ayın Yeryüzü üzerindeki gelgit etkisinin 81 katıdır. Ancak her şey eşit değildir.

A y Yeryüzü'nden daha küçüktür; çapı Yeryüzü'nün çapının dörtte birinden biraz büyüktür. Bu durum gelgit etkisini azaltır. Dolayısıyla, Yeryüzü'nün ay üzerindeki gelgit etkisi ayın Yeryüzü üzerindeki gelgit etkisinin 32,5 katıdır.

Yine de bu, ayın dönerken çok büyük bir sürtünme etkisinde kaldığını gösterir. Aynca, kütlesi kü

çük olduğundan, ayın dönme enerjisi de küçüktür.

Öyleyse, ayın dönme süresi Yeryüzü'ne göre çok daha hızlı bir şekilde uzamıştır ve ayın dönme süresi şimdi çok uzun olmalıdır.

Öyledir de... A yın dönme süresi 27,3 gündür. Bu süre ayın Yeryüzü etrafında dönme süresine hemen hemen eşittir. Dolayısıyla, ayın Yeryüzü'ne bakan yüzü hep aynıdır.

Bu bir rastlantı değildir. Ayın dönme hızı, hep aynı yüzü dünyaya bakacak duruma gelinceye dek yavaşlamıştır. Bu durum bir kez meydana gelince, gelgit kabartısı hep aynı noktalarda oluşur. A y artık bu gelgit kabartısına göre hareket etmez ve sürtünme meydana gelmediğinden dönme enerjisi ısıya dönüşmez. Deyimi yerindeyse, yerçekimsel açıdan ay bulunduğu yere kenetlenmiştir.

Eğer Yeryüzü'nün dönüşü yavaşlıyorsa, sonunda o kadar yavaş dönecektir ki, bir yüzü daima aya bakacak ve yerçekimsel açıdan kenetlenecektir.

Öyleyse Yeryüzü'nün bir dönüşü şimdiki günlere göre 27,3 gün mü sürecektir? Açıklayacağımız bir nedenden dolayı daha da kötü olacaktır. Dönme enerjisini ısıya dönüştürebilirsiniz, çünkü bu, bir enerji türünü bir başka enerji türüne çevirmek demektir ve enerjinin sakinimi yasalarını çiğnemez. Ancak, dönen bir cismin açısal momentumu da vardır ki, bu ısıya dönüştürülemez; yalnızca bir başka cisme aktarılabilir.

Yeryüzü-ay sistemini düşünecek olursak, Yeryüzü'nün de ayın da iki nedenden dolayı açısal momentumunun var olduğunu görü rü z: Her ikisi de hem kendi eksenleri hem de merkezlerini birbirine bağlayan çizgi üzerindeki ortak bir ağırlık merkezi etrafında dönerler. Yeryüzü ile ayın kütleleri eşit olsaydı, ortak ağırlık merkezleri ikisini birbirine bağlayan çizginin tam ortasında bulunacaktı. Yeryüzü aydan daha kütleli olduğundan ortak ağırlık merkezleri Yeryüzü'nün merkezine daha yakındır. Aslında, Yeryüzü 169

aydan 81 kat kütleli olduğundan, ortak ağırlık merkezleri aya göre Yeryüzü'ne 81 kez daha yakındır.

Buna göre ortak ağırlık merkezi, Yeryüzü'nün merkezinden 4.746, ayın merkezinden ise 379.658 kilometre uzaklıktadır. Böylece, ortak ağırlık merkezi dünya yüzeyinin 1.632 kilometre altındadır.

Ay, bu ağırlık merkezi etrafında her 27,3 günde bir büyük bir elips çizerken, dünya da aynı süre içinde, aynı merkez etrafında çok daha küçük bir elips çizer. İki cisim o şekilde hareket eder ki, ayın merkeziyle Yeryüzü'nün merkezi ortak merkezin daima ters taraflarında bulunur.

A y ve Yeryüzü gelgit etkisiyle birbirlerinin dönme süresini uzatırken, ikisi de açısal momentum kaybeder. Açısal momentumun sakinimi yasasına uymak için, eksenleri etrafında dönerken kaybettikleri açısal momentumu ortak ağırlık merkezleri etrafında dönerken kazanmaları gerekir. Bu açısal

momentumun artması Yeryüzü ile ayın birbirlerinden uzaklaşmasıyla gerçekleşir.

Diğer bir deyişle,

Yeryüzü ve ay birbirlerinin

dönme sürelerini uzatırken, birbirlerinden uzaklaşırlar. Böylece, Yeryüzü-ay sisteminin toplam açısal momentumu sabit kalır.

Uzak geçmişte, Yeryüzü ekseni etrafında daha hızlı dönerken ve ay yerçekimsel olarak kenetlenme-mişken iki cisim birbirine daha yakındı. O zamanlar Yeryüzü ve ay birbirlerinin etrafında daha kısa sürede dönüyorlardı.

400 milyon yıl önce, günler 21,9 saat uzunluktayken Yeryüzü'nün merkezinden ayın merkezine olan mesafe şimdikinin ancak yüzde 96'sıydı. Ay, 370.000

kilometre uzaklıktaydı. Aynı şekilde geriye doğru hesaplamaya devam edersek, 4,6 milyar yıl önce, Y eryüzü ilk kez meydana geldiği zaman, ayın 217.000 kilometre uzaklıkta olduğu ortaya çıkar.

Bu hesaplama pek doğru sayılmaz, çünkü ayın Yeryüzü'ne yakın olduğu zamanlar gelgit etkisi daha 170

fazlaydı, öyleyse, ay Yeryüzü'ne çok daha yakındı; belki de 40.000 kilometre kadar yakın.

Geleceğe bakacak olursak, Yeryüzünün dönme süresi yavaşladıkça ay ve

Yeryüzü birbirlerinden

uzaklaşacaktır. Ay, spiraller çizerek dünyadan yavaş

ça uzaklaşmaktadır. Her bir dönüşündeki uzaklaşma miktarı ortalama 2,5 milimetredir.

A yın dönme hızı da ayların uzama süresine uygun olarak azalacaktır. Sonuçta, Yeryüzü'nün dönme süresi, bir yüzü sürekli olarak aya bakacak şekilde yavaşlayıncaya dek uzayacaktır. A y o kadar uzakla

şacaktır ki, ayların süresi 47 gün olacaktır. İki cisim, görünmeyen bir çubukla bağlı iki halter topu gibi rijit bir şekilde dönecektir. O zaman, Yeryüzü ile ayın merkezleri arasındaki uzaklık 480.000 kilometre olacaktır.

Yaklaşan Ay

Eğer her iki cisim üzerinde de başka gelgit etkileri bulunmasaydı bu dönüş sonsuza dek sürerdi. Ne ki, güneşin gelgit etkileri yine de var olacaktır. Bu etkiler Yeryüzü'nün ve ayın dönüşlerini hızlandıracak ve iki cisim birbirine yaklaşacaktır. Görünüşe göre, bu yaklaşma sonsuza dek sürecek ve sonunda ay, Yeryüzü'nün üzerine düşecektir.

Çünkü, ayın

Yeryüzü çevresinde dönmesinden kaynaklanan açısal momentumu, tümüyle, kendi ekseni etrafında dönmesinden doğan açısal momentuma dönüşecektir. Bununla birlikte, sözcüğün alışılmış anlamıyla bir düşme meydana gelmeyecektir, çünkü iki cisim birbirine dokunamayacaktır.

İki cisim birbirine giderek yaklaşırken, gelgit etkileri azalan uzaklığın kübüyle artacaktır. Merkezleri arasındaki uzaklık 15.500 kilometreye vardığı zaman yüzeyleri arasındaki mesafe ancak 7.400 kilometre olacaktır. Ayın Yeryüzü üzerindeki gelgit etkisi şim171

dikinin 15.000 katma ulaşacaktır.

Yeryüzü'nün ay

üzerindeki gelgit etkisi ise şimdikinin 32,5 katı olacaktır. Ayın bugün Yeryüzü üzerindeki gelgit etkisinin 500.000 katıdır bu.

Muazzam gelgit etkisi dolayısıyla ay parçalanacaktır. Parçalar ayın yörüngesine dağılacak ve Y eryüzü'nün etrafında Satürn'ünki gibi bir halka oluşacaktır; ama çok daha parlak ve yoğun.

Bütün bunlar meydana gelirken Yeryüzü'ne ne olacaktır?

Yeryüzü'ne yaklaşırken ayın gelgit etkisi muaz zam derecede artacaktır. Yeryüzü için parçalanma tehlikesi yoktur, çünkü Yeryüzü üzerindeki gelgit etkisi ay üzerindeki gelgit etkisinden çok küçük olacak tır. Ayrıca, Yeryüzü'nün büyük yerçekimi kuvveti

onun bütünlüğünü koruyacaktır. Dahası, ay b ir kez parçalanınca ve parçalarının yerçekimi etkisi dünyanın çevresine dağılınca, gelgit etkisi çok daha küçülecektir.

Yine de ayın tam olarak parçalanmasından önce, muazzam gelgit etkisiyle okyanuslar birkaç kilometre kabaracaktır. Bu zamanda Yeryüzü'nün dönme süresi on saatten daha kısa olabileceğinden, sular beş

saatte bir kıtalara tırmanıp geri çekilecektir.

Öyle görünüyor ki, bu koşullar altında karalar ya da denizler, çok basit yapıdaki türler dışında, ya

şamı destekleyebilecek kadar dengeli olamayacaktır.

Tabii ki, ay yaklaşırken insanlar hâlâ yaşıyorlarsa onların bir yeraltı uygarlığı kurmuş olabileceklerini tahayyül edebiliriz. Ne var ki, bu onları kurtaramaz, çünkü gelgitlerin etkisi altındaki dünya sürekli olarak depremlere maruz kalacaktır.

Bununla birlikte, ayın yaklaşması dolayısıyle kaygılanmamıza gerek yok, çünkü Yeryüzü bundan uzun bir süre önce üzerinde yaşanamaz hale gelecektir.

Yeryüzü'nün ve ayın halter biçiminde 47 günlük sürelerle birbirleri etrafında döndüklerini düşünelim.

Bu durumda dünya çoktan ölü bir dünya olacaktır.

172

Dünya yüzeyinin 47 gün boyunca güneş ışıklarına maruz kaldığını hayal edin. Sıcaklık suyu kaynatacak denli yüksek olacaktır. Dünya yüzeyinin 47 gün boyunca karanlıkta kaldığını göz önüne getirin. Sıcaklık kesinlikle Antartika sıcaklığına düşecektir.

Elbette kutup bölgeleri gün ışığına 47 günden daha uzun süre maruz kalacaktır, ama ufka çok çok yakın bir güneştir bu. Yavaş dönen bir dünyada tropikal bölgeler 47 gün boyunca tropikal güneşine maruz kalacaktır.

Aşırı sıcaklık farklılıkları

Yeryüzü'nü pek çok

yaşam türü için yaşanılmaz hale getirecektir. Hiç de

ğilse insanlar için böyledir bu; ama, daha önce sözünü ettiğim gibi, insanlar bir yeraltı uygarlığı kurabilirler.

Yine de Yeryüzü-ay sisteminin halter şeklinde dönmelerinden korkmamıza gerek yok, çünkü, işin tuhafı, böyle bir durum asla olmayacaktır.

Eğer günler her 62.500 yılda 1 saniye üzüyorsa, güneşin normal halde kalacağı 7 milyar yıl boyunca 31 saat uzayacak ve şimdiki gün uzunluğunun 2,3

katı olacaktır. Bununla birlikte bu süre içinde ay uzaklaşıyor olacak ve gelgit etkisi azalacaktır. Öyle ki, 7 milyar yıl sonunda günlerin uzunluğu şimdikinin iki katı kadar olacaktır.

Ama Yeryüzü'nün ayla birlikte halter şeklinde dönmesi olayı gerçekleşinceye kadar günler uzaya-mayacaktır. Çünkü bu durum

meydana gelmeden

çok önce güneş kızıl bir dev halinde genleşecek ve Yeryüzü ile ayın ikisini de yok edecektir.

9 / YERKABUĞUNUN SÜRÜKLENMESİ

İç Isı

Güneş normal halinde kaldığı sürece, iri boyutlu herhangi bir cisim (hatta ay) dünyaya zarar veremeyeceğine göre, evrenin geri kalan kısmını bir süre için bırakalım ve dikkatimizi Yeryüzü gezegeni üzerinde toplayalım.

Başka bir cismin müdahalesi olmadan Yeryüzü'

nün kendisinde bir felaket meydana gelebilir mi?

Örneğin, herhangi bir uyarıda bulunmadan gezegenimiz ansızın patlayabilir mi? Y a da çatlayıp iki par

çaya bölünebilir mi?

Her şeyden önce, Yeryüzü aşırı derecede sıcak bir cisimdir; soğuk olan kısmı yalnızca yüzeyidir.

Sıcaklığın orijinal kaynağı, 4,6 milyar yıl önce birbirleriyle çarpışarak biriken ve Yeryüzü'nü meydana getiren küçük cisimlerin kinetik enerjisidir. Bu kinetik enerji, iç kısımları eritmeye yetecek kadar büyük bir ısıya dönüşmüştür. Yeryiizü'nün iç kısımları milyarlarca yıldan beri soğumamıştır. Her şeyden önce, dış kaya tabakaları çok iyi birer yalıtkandır ve ısıyı çok yavaş iletirler. Bu nedenle, oldukça az miktarda bir ısı Yeryüzü'nden uzaya sızarak kaybolur.

Elbette bir dereceye kadar sızıntı olur ama bu, soğumaya yetmez. Yeryüzü'nün

dış tabakalarında

radyoaktif olan bazı atom türleri vardır/ Bunların dört tanesi özellikle önemlidir; Uranyum-238, uranyum-235, thoryum-232 ve potasyum-40. Bunlar çok yavaş bozunurlar; bir kısmı Yeryüzü'nün oluşumundan beri bozunumdan kalmışlardır. Uranyum-235 ile potasyum-40'ın çoğu yok olmuştur, ama uranyum-238'

in yarısı ve thoryum-232'nin ancak beşte biri bozunmuş tur.

Bu atomların bozunma enerjisi ısıya dönüşür. Tek 174

bir atomun bozunmasıyla açığa çıkan ısı her ne kadar önemsiz de olsa, çok sayıda atomun bozunmasıy-la açığa çıkan ısı Yeryüzü'nün iç kısımlarının kaybettiği ısıyı telafi eder. Dolayısıyla Yeryüzü, ısı kay*

betmekten çok, bir miktar ısı da kazanmaktadır.

Öyleyse, son derece sıcak iç kısımlar (kimileri

merkezdeki sıcaklığın 2700°C olduğunu tahmin etmekte) gezegeni bir bomba gibi patlatabilir ve bir zamanlar Yeryüzü'nün bulunduğu yerde bir asteroid kuşağı meydana gelebilir.

Aslında, bu olasılığı güçlendiren bir şey vardır, o da, Mars'la Jüpiter arasında bir asteroid kuşağı bulunmasıdır. Bu kuşak nasıl meydana gelmiştir? 1802'

de Alman gökbilimcisi Heinrich W. M. Olbers (1758 -

1840) ikinci asteroid Pallas'ı keşfetti ve Pallas'la ilk keşfedilen asteroid Ceres'in bir zamanlar Mars ile Jüpiter arasında bulunan ve sonradan patlamış olan iri bir gezegenin parçalan olduğunu ileri sürdü. Bugün on binlerce asteroidin var olduğunu ve bunlann çoğunun birkaç kilometre çapından büyük olmadığını biliyoruz. Bu durum, parçalanmış gezegen olasılı

ğını güçlendirmektedir.

Bu olasılığı işaret eden bir başka kanıt Yeryü-

zü'ne düşen meteoritlerdir. Bunlann asteorid kuşa

ğından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yüzde 90'ı

kayalardan, yüzde 10'u ise nikel-demir alaşımından meydana gelmişlerdir. Görünüşe göre bunlar merkezi demir-nikel alaşımı, üst tabakalarıysa kayalık olan bir gezegenin parçalandır.

Yeryüzü'nün kompozisyonu da böyledir; çekirdek kısmı, tüm gezegen hacminin yüzde 17'sidir. Mars Yeryüzü'nden daha az yoğun olduğundan, çekirdeğini meydana getiren kısmı Yeryüzü'ne göre daha küçük olmalıdır.

Eğer patlayan gezegen Marsımsı bir geze-gendiyse, bu durum nikel-demir meteoritlerle kayalık meteoritlerin oranını açıklamaktadır.

Kayalık meteoritlerin pek az bir yüzdesini «karbonlu chondrite» adı verilen meteoritler meydana ge

tirmektedir. Bunlar, önemli miktarda h a fif element içermektedir (hatta su ve organik bileşikler).

Bu

maddeler patlamış gezegenin en dış kabuğundan kaynaklanmış olabilir.

Ancak, patlama kuramı

gökbilimcilerce kabul

edilmemektedir. Yapabildiğimiz en iyi tahminlere göre, asteroidlerin toplam kütlesi ayın kütlesinin 1 : 10'u kadardır. Eğer bütün asteroidler tek bir cisim halinde bir araya gelselerdi, bu cismin çapı 1.600 kilometre kadar olacaktı. Cisim küçüldükçe merkezinde daha az ısı bulunur. Böylece patlaması için de

daha az neden vardır. Orta boyutlarda bir uydu büyüklüğündeki bir cismin patlaması olası değildir.

Jüpiter'in büyürken civarındaki maddeleri süpürüp toplamış ve asteorid kuşağındaki cisimlerin bir araya gelmesini önlemiş olması çok daha olasıdır.

Gerçekten de, geriye o kadar az madde kalmıştır ki, Mars gezegeni, Yeryüzü ve Venüs boyutlarında bü-

yüyememiştir.

Asteroid maddeleri çok az miktardaydı ve bir araya gelemeyecek kadar küçük bir yerçekimi alanları vardı; özellikle aleyhlerine çalışan Jüpiter'in gelgit etkisi dolayısıyla. Orta boyutlarda birkaç asteroid meydana gelmiş olabilir, ancak çarpışmalar dolayısıyla bunlar küçük cisimler halinde ufalanmışlardır.

Kısacası, şu andaki kabule göre asteroidler patlamış bir gezegenin değil ama hiçbir zaman oluşmamış

bir gezegenin ürünüdür.

Mars'la Jüpiter arasında patlamış bir gezegen bulunmadığına göre, bir başka gezegenin patlamasını düşünmek için daha az nedenimiz vardır. Üstelik, yerçekiminin gücünü de küçümsememeliyiz.

Yeryüzü iriliğindeki bir cisimde yerçekimi alanı hakim bir güçtür. İç ısının genleştirici etkisi yerçekimsel büzülmeyi yenemeyecek kadar küçüktür.

Radyoaktif atomların bozunma ısısının Yeryüzü sıcaklığını tehlikeli bir noktaya getirip getirmeyeceğini merak edebiliriz. Patlama söz konusu olduğu süre-176

ce bu korku makul değildir. Eğer sıcaklık tüm Yeryü-

zü'nü eritecek kadar yükselseydi, atmosfer ve okyanuslar yok olacaktı, ama gezegen, iri bir sıvı damlası şeklinde dönmeye devam edecekti. (Jüpiter'in dönmekte olan iri bir sıvı damlası olduğu düşünülmektedir. Merkezindeki sıcaklık 54.000°C dir, ama Jüpiter'in yerçekimi gücü Yeryüzü'nün 318 katıdır.) Eğer Yeryüzü, tüm gezegen eriyecek şekilde sıcak bir hale gelseydi, bu durum tam bir Üçüncü

Gruptan bir felâket olurdu. Bir patlamanın meydana gelmesini ileri sürmek zorunda kalmazdık.

Bununla birlikte, böyle bir şeyin meydana gelmesi olası değildir. Yeryüzü'nün doğal radyoaktivitesi sürekli olarak azalmaktadır. Şimdi var olanlar Yeryüzü'nün başlangıç zamanlarındaki miktarın yarısından azdır. Eğer Yeryüzü ömrünün ilk bir milyar yılında erimediyse bundan sonra da erimez. V e eğer Yeryüzü'nün sıcaklığı azalan bir oranda giderek artmışsa ve yerkabuğunu eritmeyi başaramamasına kar

şın bu yönde bir faaliyet göstermekteyse bile, sıcaklık o denli yavaş artacaktır ki, insanların gezegenden kaçmak için çok zamanları olacaktır.

Yeryüzü'nün kendi sıcaklığını koruyor olması ve gezegendeki radyoaktivitenin azalmasıyla bir miktar soğumanın meydana gelmesi daha olasıdır. Uzak bir gelecekte Yeryüzü'nün soğuyacağını düşleyebiliriz.

Bu durum bir felaket şeklinde Yeryüzü'ndeki ya

şamı etkileyecek midir? Yeryüzü'nün yüzey sıcaklığı söz konusu olduğu sürece kesinlikle hayır. Bizim yüzey ısımızın hemen hemen tümü güneşten gelir. Güneşin ışıması durduğu taktirde yeryüzü sıcaklığı Antartika sıcaklığının altına düşecektir. Öte yandan, Güneş ışımaya devam ederken merkezdeki sıcaklık sıfıra düşerse biz bunun farkında olamayacağız, çünkü bizi ilgilendiren yüzey sıcaklığıdır. Yine de, Yeryüzü'nün iç ısısı bildiğimiz birtakım olayları güçlendirmektedir. Güneş ışımaya devam etse de iç ısının kaybolması bir felaket yaratabilir mi?

insanlığın geleceği

177/12

Üzerinde fazla kafa yormamız gereken bir soru değil bu. Böyle bir şey hiçbir zaman meydana gelm eyecek. Güneş normal haline terkettiği zaman dünya hâlâ bugünkü kadar sıcak olacak.

Felaketçilik

Dünyanın bütünlüğüne zarar

vermeyecek ama

yine de onu üzerinde yaşanamaz hale getirebilecek üçüncü grup felaketlere geçelim.

M itolojiler sık sık yaşamı tümüyle yok edecek belalardan söz ederler.

Bunlar büyük bir olasılıkla

daha küçük boyutlardaki belaların abartılmasıyla

meydana gelmiştir.

Örneğin eski uygarlıklar genellikle vadilere kurulurdu ve vadilerde de sık sık su baskınları meydana gelirdi. Kötü bir su baskını topraklarını altüst e ttiği zaman insanlar dünyanın altüst olduğunu düşünmüş olabilirler. İlk insanların Yeryüzü'nün genişliğine ilişkin düşünceleri oldukça sınırlıydı.

Şimdiki Irak'ın bulunduğu Mezopotamya vadisinde oturan Sümerliler. İ.Ö. 2800 yılında kötü bir su baskınına uğramışlardır. Bu onları öylesine etkilemiştir ki. zamanı «sel baskınından önce» ve «sel baskınından sonra» olmak üzere ikiye ayırmışlardır.

Sonunda, bu sel baskınından Sümer destanı Gılgamış doğdu. Gılgamış, Uruk şehrinin kralıydı. Serüvenleri sırasında, ailesi sel baskınından büyük bir gemi sayesinde kurtulmuş olan Ut-Napishtim ile kar

şılaştı.

Popüler bir destandır bu. Ünü Sümer sınırlarının dışına taşmış, îbranilere ve bir olasılıkla Yunanlılara ulaşmıştır. Bu milletlerin her ikisi de mitolojilerine bir su baskını eklemişlerdir. Bunun batıda bilinen en iyi versiyonu, İncil'in Doğuş kitabının 6'ncı ve 9'

uncu bölümlerinde verilmiştir.

Incil'deki olaylar asırlar boyunca Yahudiler ve 178

Hıristiyanlar tarafından

Tanrı sözü olarak kabul

edildi ve kesin gerçekler olarak inanıldı. İsa'dan önceki üçüncü bin yılda her şeyi yok eden dünya çapında bir su baskınının, bir tufanın meydana geldi

ği kesinlikle kabul edildi.

Bu durum, bilim adamlarının, yerkabuğunda tespit ettikleri çeşitli işaretleri gezegen çapındaki bir tufana yormalarına neden oldu. Tufan fikrinin bütün değişiklikleri açıklamakta yetersiz kaldığı görülünce, belirli aralıklarla başka

felaketlerin meydana gelmiş olabileceği inancı doğdu. Bu inanca «felaketçilik»

adı verildi.

Felaketçilik inancı, tükenmiş türlerin fosillerinin ve evrim sürecinin incelenmesini geciktirdi. Örneğin, İsviçreli doğa bilimci Charles Bonnet (1720-93) fosillerin bir zamanlar yaşayan ama sonradan bir felaket sonucu ölmüş olan türlerin kalıntıları olduğunu ileri sürdü. Periyodik olarak meydana gelen bu felaketlerden sonuncusu Nuh tufanıydı. Her felaketten sonra, felaket öncesi yaşamın tohumları ve diğer kalıntıları yeni bir tür şeklinde gelişyordu. Sanki Yeryüzü bir yazı tahtası, yaşam da her seferinde silinip yeniden yazılan bir mesajdı.

Bu fik ir Fransız anatomicisi Baron Georges Cuvier (1769 - 1832) tarafından ele alındı. Cuvier, sonuncusu tufan olan dört büyük felaketin meydana gelmiş

olduğuna ve bunların fosilleri açıklayabileceğine karar verdi. Bununla birlikte, bulunan fosillerin sayısı arttıkça, bunları açıklayabilmek için daha fazla felakete ihtiyaç duyuldu. 1849'da, Cuvier'in öğrencisi olan Alcide d'Orbigny (1802-57) en az yirmi yedi felaketin meydana gelmiş olması gerektiğine karar verdi.

D'Orbigny, bilim tarihi içinde felaketçiliğin son savunucusu oldu. Aslında, keşfedilen fosillerin sayısı arttıkça ve eski yaşamın tarihi daha ince ayrıntılarına varıncaya dek incelenince, Bonnet-Cuvier tipi hiçbir felaketin meydana gelmemiş olduğu açıkça ortaya çıktı.

Yeryüzü tarihinde birtakım felaketler meydana gelmişti ve yaşam bunlardan dramatik bir şekilde etkilenmişti, ama yaşamı tümüyle yok edecek ve yeniden ortaya çıkmasına neden olabilecek türden bir fe laket asla gerçekleşmemişti. Her kim, «Burada bir fe laket meydana gelmiştir,» derse desin, o felaketin

meydana geldiği devirde yaşadığı anlaşılmış pek çok canlı türü bulunmuştur.

Yaşam, kuşkusuz süreklidir ve meydana geldiği günden bu yana hiçbir zaman tümüyle silinmiş oldu

ğuna ilişkin bir kanıt yoktur. Yeryüzü, her zaman, zengin türlerle dolu olmuştur.

1859'da, d'Orbigny'nin önerisinden ancak on yıl sonra, İngiliz doğabilimcisi

Charles Robert Danvin

(1809 -82) Doğal Ayıklama Yoluyla Türklerin Kökeni Üzerine adlı kitabını yayınladı. Bu kitap evrim kuramım ilerletti. Buna göre, türler, herhangi bir felaket ya da yeniden doğuş meydana gelmeksizin, yavaş de

ğişimlerle gelişiyordu. Kitap, başlangıçta Genesis'i savunanların büyük tepkisiyle karşılaştı, ama sonunda mücadeleyi kazandı.

Bugün bile, Incil’in yorumlarına kelimesi kelimesine bağlı kalan ve bilimsel kanıtlardan tümüyle habersiz olan pek çok kişi, cehaletleri nedeniyle, evrim kavramına karşı düşmanca bir tutum beslemektedir.

Bununla birlikte, gelişme mekanizması üzerinde pek çok tartışmalar yapılıyor olmasına karşın, evrimin gerçekliği üzerinde bilimsel herhangi bir kuşku yoktur. C1) Immanuel Velikovsky’nin önerilerine gösterilen

ilgi onun felaketçilik üzerine verdiği vaazlar dolayısıyladır. Venüs’ün üzerimize doğru gelmesinde ve

(1) Evrime karşı olanlar sık sık bunun yalnızca bir kuram olduğunu söylüyorlar, oysa bu konuda çok güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Böyle düşünecek olursak, Newton’un yerçekimi yasasının da yalnızca bir kuram olduğunu ileri sürebiliriz.

Yeryüzü’nün dönmesinin durmasında insanları etkileyen ve heyecan veren bir şeyler vardır. Gerçek şu ki, bu tür şeylerin gök mekaniği yasalarına karşı olması, bu öykülerden heyecan duyan kişileri rahatsız etmemektedir.

Velikovsky, İncil'deki Joshua’nın güneşi ve ayı durdurması efsanesini açıklayabilmek için fikirlerini özgün bir şekilde geliştirmiştir. Velikovsky,

Yeryüzü'

nün dönüşü durduğu zaman her şeyin fırlayıp gideceğini ileri sürmektedir.

Velikovskycilerin ısrar ettiği gibi Yeryüzü'nün

dönmesi dursa bile, her şey yerli yerinde kalacaktır.

Dünyanın dönme enerjisi ısıya dönüşecek ve okyanuslar kaynayacaktır. Eğer okyanuslar Exodus sırasındaki gibi kaynamış olsaydı, bugün denizlerde var olan zengin yaşamı açıklamak zor olurdu.

Okyanusların kaynamasını dikkate almasak bile, Venüs'ün Yeryüzü'nü etkileyerek yeniden dönmesini sağlaması olasılığı nedir?

Pek çok gökbilimci, bu tür saçma görüşlerin insanlarca benimsenmesi karşısında şaşırmışlar ve düş

kırıklığına uğramışlardır, ama yine de felaketçiliği küçümsemektedirler.

Bilgisizlerin ilgisini çeken başka felaketçilik örnekleri de vardır. Örneğin, dünyanın ikide bir altüst olduğu ve kutuplarla ekvatorun yer değiştirdikleri

söylentisi büyük ilgi toplamaktadır. Bu şekilde, Sibirya'daki mamutların ansızın nasıl donmuş oldukları açıklanabilmektedir. Ancak, mamutların bir buzul

yarığına ya da donmakta olan bir bataklığa düştüklerini düşünmek yeterli değildir. Dahası, Yeryüzü alt

üst olsaydı bile tropikal bölgeler birdenbire dona-mazdi; ısı kaybı zaman alırdı. Soğuk bir kış gününde bir evin sobası söndüğü zaman sıcaklığın sıfıra düşmesi için uzun bir zamanın geçmesi gerekir.

Üstelik Yeryüzü'nün altüst olması olası değildir.

Dönme sonucunda ekvator bölgesinde bir şişkinlik

oluşmuştur ve bu şişkinlik dünyanın dev bir jiroskop 181

gibi davranmasına neden olur. Jiroskopun hareketini belirleyen mekanik yasaları

çok iyi bilinmektedir.

Dünyanın altüst olması için çok büyük bir enerji g e rekir. Dışardan gezegen boyutlarında iri bir cisim gelmedikçe bu enerjiyi temin edebilecek hiçbir kaynak yoktur. Ve, Velikovsky'nin iddialarına karşılık, son dört milyar yıldır böyle bir şeyin izlerine rastlanmamıştır, görebildiğimiz kadarıyla gelecekte de rastlanmayacaktır.

Sulandırılmış bir öneriye göre, altüst olan dünyanın kendisi değil, yerkabuğudur. Birkaç düzine kilometre kalınlığında olan yerkabuğu, Yeryüzü kütlesinin ancak yüzde 0,3'ünü meydana getirmektedir ve kalın bir kaya tabakası olan bir mantonun üzerinde oturmaktadır.

Eriyecek kadar olmamakla birlikte, manto son derece sıcaktır; dolayısıyla yumuşak oldu

ğu düşünülebilir. Yerkabuğu arasıra bu manto üzerinde kaymaktadır. (Bu durum ilk kez Alman yazan Cari Löffelholz von Colberg tarafından 1886'da ileri sürülmüştür.)

Böyle bir kaymaya neden olacak şey nedir? Bir öneriye göre güney kutbundaki Antartika buzulları merkeze iyi yerleşmemiştir. Sonuç olarak Yeryüzü'

nün dönüşü bir titreşim meydana getirmekte ve yerkabuğu kaymaktadır.

Bu, hiç de olası bir şey değildir. Manto, yerkabu

ğunun kaymasına neden olacak kadar yumuşak olamaz. Öyle olsaydı bile ekvatoral şişkinlik yerkabuğunun kaymasını önlerdi. Ayrıca, Antartika'daki buz başlığının merkezden kayma miktan böyle bir kayma meydana getirebilecek kadar fazla değildir.

Dahası, böyle bir şey hiçbir zaman meydana gelmemiştir. Yerkabuğu kaymış olsaydı, kutup bölgelerinden ekvatora geçerken parçalanacak, ekvatordan kutuplara geçerken de buruşacaktı. Parçalanan ve buruşan yeryabuğundan günümüze pek çok işaret kalacaktı, ya da bu olay yaşamı kökünden yok edecekti.

Sonunda şöyle bir genelleme ya p a biliriz: Son 4

182

milyar yıldır gezegenimizde, yaşamın gelişmesini engelleyecek hiçbir felaket meydana gelmemiştir. Gelecekte meydana gelmesi olasılığı da, gezegenin mekaniği açısından, hemen hemen sıfırdır.

Hareket Eden Kıtalar

H içbir felaketin meydana gelmeyeceği sonucuna varınca, dünyanın mükemmel bir şekilde dengeli bir gezegen olduğunu ve hiçbir değişikliğin meydana

gelmeyeceğini söyleyebilir miyiz? Hayır, pek öyle de

ğil. Birtakım değişiklikler vardır ve bu değişikliklerin bir kısmı yukarda sözünü ettiğimiz türdendir. Bu nasıl mümkün olmaktadır?

Felaketin tabiatını düşünün. Birdenbire meydana geldiği zaman felaket yaratabilecek olan bir olay yavaş yavaş meydana geldiği takdirde felaket yaratmayabilir. Bir gökdelenin damından aşağı atlarsanız, bu sizin için kişisel bir felakettir. Oysa asansöre binerek yavaşça inerseniz hiçbir sorun çıkmaz.

Benzer şekilde, tabanca namlusundan çıkan bir mermi başınıza çarptığı zaman sizi öldürür, elle atılan bir mermi ise yalnızca başınızı acıtır.

Dolayısıyla, benim dikkate almadığım olaylar,

hızlı bir şekilde meydana geldiği ileri sürülen olaylardır. Bu olayların yavaş bir şekilde meydana gelmiş

olması çok farklı bir durumdur. Çok yavaş değişiklikler meydana gelebilir, gelmektedir de; ama bunlar felaket yaratmaz.

Örneğin, felaket yaratabilecek bir yerkabuğu kaymasını dikate almayabiliriz, ama birtakım yavaş kaymaların mümkün olabileceğini kabul etmek zorundayız. Görünüşe göre (kayalardaki izlerden anladığımız kadarıyla) 600 milyon yıl önce, ekvator Brezilya'sında, Güney A frik a 'da, Hindistan'da, batı ve güneydo

ğu Avustralya'da bir buzul devri yaşanmıştır. Bu bölgeler, şimdiki Grönland ve Antartika gibi buzlarla kaplanmış olmalıdır,

Ama bu nasıl olabilir? Yeryüzü'ndeki karaların ve denizlerin o zamanki dağılımı şimdiki gibiydiyse ve kutupların yeri aynıydıysa, tropikal bölgelerin

buzullar altında kalması tüm gezegenin donmuş olması anlamına gelir ki, mümkün değildir. Ancak başka kesimlerdeki kıtalarda, buzulların izlerine rastlanma -

maktadır.

Kutuplar kaymışlarsa ve şimdi tropikal olan bölgeler bir zamanlar kutup bölgesiydiyse, o zaman, kutuplar için, buzul başlıklarını açıklayacak b ir konum bulabilmek olanaksızdır. Kutupların yerinde kalmış

ama yerkabuğunun kaymış olması halinde de problem değişmez. Buzul başlıklarını açıklayabilecek bir konum yoktur.

Bu durumu açıklayacak tek şey şu o la b ilir: Uzun zaman önce karalar birbirlerine göre konumlarını değiştirmişlerdir. Buzlar altındaki bu karalar bir arada bulunuyorlardı ve hepsi bir kutupdaydı (ya da.

bir kısmı bir kutupta, diğer bir kısmı ise öbür kutuptaydı). Bu mümkün müdür?

Dünya haritasına bakacak olursak, Güney Am erika'nın doğu kıyılarıyla Afrika'nın batı kıyılarının birbirine şaşırtıcı derecede benzediğini görürüz. İki kıtayı kesip yanyana getirirseniz birbirine gayet iyi uyar. Kıyıların haritası ayrıntılı bir şekilde ortaya çıktığı zaman bu durum derhal fark edildi. İngiliz dü

şünürü Francis Bacon (1561 -1626) bunu 1620'de işaret etti. A frik a ve Güney Amerika, bir zamanlar bitişik olabilir miydi?

Kıtaların kayması düşüncesiyle ayrıntılı bir şekilde uğraşan ilk kişi Alman jeologu A lfred Lothar VVegener'di (1880-1930). 1912'de Kıtaların ve Okyanusların Kökeni adlı bir kitap yayınladı.

Kıtalar, okyanus tabanlarına göre daha az yoğun kayalardan meydana gelmiştir. K ıtalar başlıca granitten oluşmuştur; okyanusların tabanları ise bazalttan. Bu kıtasal granit blokları alttaki bazalt tabası üzerinde kaymış olamazlar mı? Yerkabuğunun kay

ması düşüncesini andınyor gibi bu, ama tüm yerkabuğu yerine yalnızca kıtasal bloklar kaymıştır ve çok yavaş olarak...

Kıtasal bloklar bağımsız bir şekilde kaymışlarsa, ekvatoral şişkinlikle ilgili bir sorun yoktur. Eğer çok yavaş kaymışlarsa fazla bir enerji de gerekmemiştir ve herhangi bir felaket meydana gelmemiştir. Dahası, kıtasal bloklar bağımsız bir şekilde kaymışsa, bu durum ekvator yakınlarında meydana gelmiş olan buzullaşmayı da açıklamaktadır. Bütün bu bölgeler bir zamanlar hep birlikte kutuplarda bulunuyordu.

Kıtaların bu sürüklenişi biyolojik bir bilmeceye de yanıt olabilir. Dünyanın birbirinden oldukça uzak bölgelerinde birbirine benzeyen bitki ve hayvan türleri bulunmaktadır; bitkiler ve hayvanlar kendilerini ayıran okyanusları aşamazlardı. Avusturyall jeolog Edward Seuss, 1880'de, bunu kıtaları bir zamanlar birbirine bağlayan köprülerle açıkladı. Yeryüzü'nün tarihi boyunca

karalar yükselip alçalmıştı; bir zamanlar yüksek bir kıtanın bulunduğu bir yerde şimdi derin bir okyanus bulunuyordu.

Bu düşünce popüler oldu, ama jeologların deniz dipleri üzerine bilgileri arttıkça, deniz diplerinin kıtalardan meydana gelmiş olması olasılığı azaldı. Bü-

yfik bir kıtanın parçalanıp yanlara doğru hareket etmesi akla yakın görünüyordu. Bu parçaların her biri kendisiyle birlikte biyolojik türler taşıyordu ve sonunda bu türler engin okyanuslarla birbirlerinden ayrıldılar.

Wegener, karaların bir zamanlar tek bir kıta olduğunu ileri sürdü. Bu süperkıtaya Yunanca «tüm Yeryüzü» anlamına gelen «Pangaea» adını verdi. Pangaea herhangi bir nedenle birkaç parçaya ayrıldı ve bugünkü kıtalar ortaya çıktı.

VVegener'in kitabı büyük bir ilgi yarattı, ama bunun jeologlar tarafından ciddiye alınması çok güçtü.

Yeryüzü'nün alt tabakaları kıtaların kaymasına izin vermeyecek kadar sertti. Güney Amerika ve Afrika 185-

sıkı bir şekilde yerlerine bağlıydılar ve bazalt üzerinde kaymaları mümkün değildi. Böylece, VVegener'in kuramları kırk yıl boyunca dikkate alınmadı.

Ne var ki, kıtalar incelendikçe onların birbirine bir zamanlar bitişik olması gerektiği ortaya çıktı;

özellikle sınır olarak kıta sahanlıkları dikkate alındı

ğı zaman. Göz ardı edilemeyecek kadar büyük bir rastlantıydı bu.

Öyleyse, Pangaea'nın bir zamanlar var olduğunu ve her nasılsa parçalandığını varsayalım. Bu durumda okyanusların kıtalar arasında kalan tabanları göreceli olarak genç olmalıydı. Kıtalar üzerindeki kayalarda bulunan bazı fosiller 600 milyon yaşındaydı, ama Pangaea'nın parçalanmasından sonra meydana gelmiş olan Atlantik Okyanusu'nun dibi bu kadar yaşlı olamazdı. Gerçekten de, Atlantik'in dibinde 135

milyon yıldan daha yaşlı hiçbir fosil tesbit edilememiştir.

Kıtaların sürüklenmesi lehinde giderek daha fa zla kanıt toplandı. Bununla birlikte, sürüklenmenin

mekanizmasını açıklayabilecek bir öneriye gereksinim vardı. W egener'in ileri sürdüğü granitin bazalt üzerinde kayması olayından farklı olmalıydı bu, çünkü VVegener'in kuramı mümkün değildi.

İpucu, Atlantik Okyanusu'nun dibinin incelenmesiyle elde edildi. İlginç olan ilk işaret 1853'de Avrupa ile Amerika arasında telgraf kablosu döşenmesi için iskandil yapılırken ortaya çıktı. Okyanusun ortasında bir deniz altı platosu bulunduğu bildirildi. Açıkçası, Atlantik'in ortası kenarlara göre daha sığdı. Merkezdeki bu sığ bölgeye «Telgraf Platosu» adı verildi.

O zamanlar iskandil işi güverteden ucunda ağırlık bulunan bir iple yapılıyordu. Güç ve sonucu kesin olmayan bir işti bu. Ancak birkaç iskandil yapılabildi ve deniz dibi hakkında kaba bir taslak elde edilebildi.

I. Dünya Savaşı sırasında Fransız fizikçisi Paul Langevin (1872- 1946) şimdi «sonar» adı verilen ültra-186

sonik yankılarla derinlik ölçme yöntemini buldu. 1920

yılında bir Alm an okyanusları araştırma gemisi sonarla Atlantik'te iskandil yaptı ve 1925'te okyanusun dibinde büyük bir deniz altı dağı bulunduğu ortaya çıktı. Sonunda diğer okyanuslarda da böyle bir dağ

bulunduğu ortaya çıktı. Bu dağlar gezegeni bir "Okyanus Ortası Sırt» şeklinde sarıyordu.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra

Amerikalı jeolog

VVilliam Maurice Ewing (1906-74) ve Bruce Charles Heezen (1924 -74) meseleyi ele aldı ve 1953'de denizlerin içindeki sırt boyunca derin bir kanyon bulunduğunu gösterdi. Bu kanyonlar, sonunda, Okyanus Ortası Sırtın hemen her kesiminde tespit edildi ve buna «Büyük Küresel Yarık» adı verildi.

Büyük Küresel Yarık, görünüşe göre, yerkabuğunu büyük düzlüklere bölmektedir; kimi yerlerde binlerce kilometre genişliğindedir ve 70 ile 150 kilometre derinliğindedir. Bu düzlüklere Yunanca «marangoz»

anlamına gelen «tektonik düzlükler» adı verilir, çünkü görünüşe göre birbirlerine son derece düzgün bir şekilde bağlanmışlardır.

Tektonik düzlüklerin tespit edilmesi kıtaların sürüklendiğini ortaya çıkardı, ama VVegener'in ileri sürdüğü biçimde değil. Kıtalar bazalt üzerinde kayıp yüzmüyorlardı. Belli bir kıta, sahanlığıyla birlikte

belli bir düzlüğün parçasıydı. Kıtalar ancak bu düzlüklerin kımıldamasıyla hareket edebilirdi. Ve besbelli düzlükler kımıldıyordu. Ama eğer birbirlerine sıkı bir şekilde bitişikse nasıl kımıldayabiliyorlardı?

İtilmiş

olabilirlerdi.

1960'da Amerikalı jeolog

Harry Hammond Hess (1906-69) «deniz dibinin yayılması» lehinde kanıtlar gösterdi. Atlantik ortasındaki Büyük Küresel Yarığın derinliklerinden sıcak erimiş kayalar yükseldi ve yüzeyde ya da yüzeyin

yakınlarında katılaştı. Bu katılaşan kayalar iki düzlüğü zorlayarak iki yana ayırdı; kimi yerlerde yılda 2

ile 18 santimetre kadar. Düzlükler iki yana ayrılınca, örneğin Güney Amerika ile Afrika da birbirinden ay

rıldı. Diğer bir deyişle, kıtalar sürüklenmedi ama itildi.

Bu durumu açıklayacak enerji nasıl üretildi? Bilim adamları bundan pek emin değil, ama olası bir açıklamaya göre yerkabuğunun altındaki mantoda

yavaş hareket eden girdaplar bulunmaktadır. Manto, yüksek basınçlar altında plastik bir hal alabilecek kadar sıcaktır. Bir girdap batıya ve aşağıya doğru hareket ederken bir başka girdap doğuya ve aşağıya doğru hareket edince yerkabuğu altındaki zıt hareketler iki komşu düzlüğü birbirinden itmektedir.

Yeryüzü'nün tüm tarihi düzlükler tektoniği ile

incelenebilir ve bu konu birdenbire jeolojinin dogması haline gelmiştir; tıpkı evrimin biyolojinin, atomun ise kimyanın dogması haline gelmiş olması gibi. Tektonik düzlüklerin birbirinden ayrılıp birleşmesiyle,

dağlar yükselmekte, derinlikler depreşmekte, okyanuslar genişlemekte, kıtalar ayrılıp birleşmektedir.

Zaman zaman karalar birleşip tek bir kıta haline gelmekte ve sonra tekrar parçalanıp ayrılmaktadır.

Görünüşe göre, Pangaea, zamanımızdan 225 milyon yıl önce, dinazorlar ortaya çıkmaya başladığı zamanlarda meydana gelmiş ve 180 milyon yıl önce de yeniden parçalanmıştır.

Volkanlar

Tektonik hareketlerin bir felaket yaratması olası görünmeyebilir, çünkü hareketleri çok yavaştır. K ıtaların kayması, tarih boyunca en duyarlı aletler tarafından bile tespit edilememiştir. Bununla birlikte, düzlüklerin hareketi haritadaki değişikliklerin dışında, ani ve huzursuz edici etkiler yaratmaktadır.

Düzlüklerin rastladığı çizgiler yerkabuğundaki

çatlakların eşdeğerini temsil eder ve bunlara «fa y »

adı verilir. Bu faylar basit çizgiler değil ama dallı budaklı yarıklardır. Fayların bazı zayıf noktalan var

dır, yerkabuğunun altındaki erimiş kayalar ve ısı buralardan dışan çıkar. Isı kendisini sıcak yeraltı sularıyla belli edebilir, böylece kaynarcalar ve kaplıcalar meydana gelir. Kim i zaman sular kritik bir basınca ulaşıncaya kadar ısınır ve havaya fışkırır. Bunlara gayzer adı verilir.

Bazı bölgelerde ısının etkisi çok daha şiddetlidir.

Erimiş kayalar fışkırır ve katılaşır. Sertleşen kayalar arasından daha fazla erimiş kaya fışkırır ve yüksekliği arttırır. Sonunda ortasındaki delikten erimiş kayaların, ya da «lavların» geçtiği büyük bir dağ meydana gelir.

Bunlara «volkan» adı verilir. Volkanlar etkin ya da sönmüş olabilir. Bazen, herhangi bir volkan, uzun bir dönem boyunca az çok etkin olabilir. Böyle bir volkan, müzmin bir hastalık gibidir ve tehlikeli de

ğildir. Yeraltı faaliyetleri herhangi bir nedenle arttı

ğı zaman, lavlar yukarı fışkırır. O zaman volkanların kenarlarından lav ırmakları akar; kimi zaman meskûn yerlere...

Uzun bir süre sönmüş olarak kalmış olan volkanlar daha tehlikelidir. Lavların akmış olduğu merkezi çekirdek tümüyle katılaşmıştır. Eğer aşağıda herhangi bir faaliyet olmazsa her şey yolunda gider. Ancak, kimi zaman olduğu gibi, uzun süre geçtikten sonra, yeraltında aşırı bir ısı üretilir. Aşağıda meydana gelen lavlar, yukardaki katılaşmış lavlar tarafından sıkıştırılır. Basınç artar ve sonunda volkanın tepesi par

çalanır. Şiddetli ve daha da kötüsü umulmadık bir zamanda havaya gazlar, buharlar, kayalar ve lavlar fışkırır. Aslında, volkanın altındaki su sıkışır ve dı

şarı çıkamadan buhara dönüşürse volkan tümüyle

havaya uçar ve atom bombasının bulunduğu günümüzde bile, insanların başa çıkamayacağı bir patlama meydana gelir.

Daha da kötüsü, sönmüş bir volkan tümüyle zararsız görünür. İnsanlara etkinliği hakkında herhangi bir ipucu vermez ve nispeten derinliklerden yeni çık

mış olduğundan toprağı da genellikle verimlidir. Bu yüzden insanları kendisine çeker, ama patlayınca da (eğer patlarsa) öldürücü olur.

Dünyadaki bilinen etkin volkanların sayısı 455'

dir. Denizler altında belki 80 tane daha vardır. Etkin volkanların yüzde 62'si Pasifik Okyanusu'nun çevre-sindedir. Bunların dörtte üçü de batıdaki Asya sahillerini çeviren adalardadır.

Buraya bazen «Ateş Halkası» adı verilir. İleri sürüldüğüne göre, bu halka Yeryüzü'nün ilk zamanlarında dünyadan kopmuş olan ayın yara izidir. Ancak, bu öneri bilim adamlarınca artık akla, yakın görülmemektedir. Ateş Halkası yalnızca, Pasifik düzlüğünün doğudaki ve batıdaki diğer düzlüklerle sınırını oluşturur. Volkanların yüzde 17'si Endonezya adalarındadır ve

Avrasya ile Avustralya düzlüklerini ayırırlar. Volkanların yüzde 7'si ise Akdeniz'in doğu-batı çizgisi boyunca yer almıştır ve Avrasya ile Afrika düzlüklerini ayıran sınırı belirlerler.

Batı tarihinde bilinen en tanınmış volkanik patlama İ.S. 79'da Vezüv'de meydana gelmiştir. Vezüv yanardağı 1,28 kilometre yüksekliğindedir ve Napoli'nin yaklaşık 15 kilometre doğusundadır. İlk çağlarda bunun etkin olduğu bilinmiyordu, çünkü yıllarca sönük kalmıştı.

Ne var ki, İ.S. 79 yılında patlayıverdi. Akan lavlar, duman ve buhar bulutları güney eteklerindeki Pompei ve Herculaneum şehirlerini tümüyle yok etti.

Bu olay Roma'nm yükseliş devirlerinde meydana geldiği, Genç Pliny tarafından dramatik bir şekilde yazıldığı için, 1709'da başlayan kazılar sonucu lavlar altında gömülü kalan şehir bulunduğundan, Vezüv patlaması bu tür olayların en çarpıcı örneği haline geldi. Ancak verdiği zarar açısından o kadar büyük değildi.

Örneğin İzlanda adası son derece volkaniktir. Kuzey Amerika düzlüğü ile Avrasya düzlüğünü ayıran sınır üzerinde, Orta Okyanus yarığındadır.

1783'te, İzlanda'nın başkenti Reykjavik'in 190 kilometre doğusunda bulunan Laki volkanı püskürmeye başladı. Çıkan lavlar iki yıl içinde 580 kilometre karelik bir alanı kapladı. Lavların doğrudan doğruya verdiği zarar

öyle büyük değildi, ama volkanik küller çok geniş bir alana yayıldı, 800 kilometre güney doğudaki İskoçya'ya bile ulaştı. Küller, tarlalara zarar verebilecek kadar yoğundu.

Küller ve dumanlar yalnızca İzlanda'da evcil hayvanların dörtte üçünü öldürdü ve adadaki sınırlı tarım alanlarını geçici bir süre için bile olsa işe yaramaz hale getirdi. Sonunda, ada nüfusunun beşte birini oluşturan 10.000 kişi açlıktan ve hastalıktan öldü.

Nüfusun daha yoğun olduğu yerlerde daha da kötüsü meydana gelebilir.

Endonezya adalarından

Sumbawa'da, Java'nın tam doğusunda bulunan Tambora volkanım düşünün. Tambora, 1815'de 4 kilometre yüksekliğindeydi. Ancak, aynı yılın 7 Nisanında lavlar tepeden fışkırmaya başladı.

Bu püskürme sırasında belki 150 kilometre küp madde fışkırdı. Kaya ve kül yağmuru 12.000 kişiyi öldürdü. Tarlaların tahrip olması ve evcil hayvanların ölmesi sonucu ise Sumbawa ve komşusu olan Lombok adasında açlıktan 80.000 kişi daha öldü.

Batı yarım küresindeki en dehşetli püskürme 8

Mayıs 1902'de meydana geldi. Karaiblerdeki Martini-que adasının kuzey batısında bulunan Pelöe dağının arada sırada püskürdüğü bilinirdi, ama 8 Mayıs günü çok şiddetli bir şekilde patladı. Meydana gelen lav ırmağı ve sıcak gaz bulutlan büyük bir hızla yayıldı ve St. Pierre şehri ile halkını tümüyle yok etti. Toplam 38.000 kişi öldü. (Yalnızca yeraltı hapisanesinde bulunan tek bir adam kurtuldu.)

M odem zamanların en büyük patlaması ise Krakatoa adasında meydana geldi.

45 kilometre kare

yüzölçümüne sahip küçük bir adadır bu (Manhattan'

dan biraz daha küçük). Tamboro'nun 840 kilometre 191

batısında, Sumatra ile Jawa arasındaki Sunda boğa-zındadır.

Krakatoa hiç de tehlikeli görünmüyordu. 1680'de bir patlama olmuş ama pek bir zarar vermemişti. 20

Mayıs 1883'de belirgin bir etkinlik gösterdi, ama herhangi bir hasar yaratmadan yeniden sustu. Ancak, 27 Ağustos sabah saat 10'da müthiş bir patlama oldu ve hemen hemen tüm adayı yok etti. Havaya ancak 21 kilometre küp madde fışkırdı. Altmış sekiz yıl önce meydana gelen Tambora püskürmesine göre az bir miktardı bu, ancak püskürme şiddeti çok fazlaydı.

Küller 800.000 kilometre karelik bir alana yayıldı ve civar bölgeler iki buçuk gün boyunca karardı.

Tozlar stratosfere kadar yükseldi ve oradan tüm dünyaya yayıldı. Sesi binlerce kilometre uzaktan, yeryüzünün yaklaşık l:13'den daha büyük bir alandan duyuldu. Patlamanın şiddeti, şimdiye kadar patlatılmış

olan en büyük Hidrojen bombasından yirmi altı kat büyüktü.

Patlama, tsunami adı verilen bir gelgit dalgası yarattı. Krakatoa'daki tüm yaşam yok oldu. Tsunami'

nin limanlara ulaşması sonucu sular 36 metre yükseldi, 163 köy yıkıldı, 40.000 kişi öldü.

Krakatoa, tarih çağları boyunca meydana gelmiş

en büyük patlama olarak anılır, ama bu doğru de

ğildir; daha da şiddetlisi meydana gelmiştir.

Ege Denizi'nin güneyinde, A tin a'nın yaklaşık 230

kilometre güney doğusunda Thira adası bulunmaktadır. Hilal şeklindedir, ağzı batıya bakar. Hilalin iki kolu arasında iki küçük ada vardır. Hepsi birlikte volkanik bir krater görünümüne sahiptir.

Öyledir

de... Thira adası volkaniktir, sık sık püskürür. Ancak, yapılan son kazılar. İ.Ö. 1470 yıllarında adanın şimdikinden çok daha büyük olduğunu

göstermektedir.

Burası o zamanlar, merkezi Crete adası olan Minoan uygarlığının bir yerleşim bölgesiydi.

Ne var ki, bu yılda Thira adası Krakatoa'nın beş

katı bir şiddetle havaya uçtu. Thira üzerindeki her 192

/

şey yok oldu, meydana gelen tsunami Crete adasındaki Minoan uygarlığını sildi, i1) Kuşkusuz Thira patlaması Krakatoa ve Tamboro patlamaları kadar çok insan öldürmedi, çünkü o zamanlar nüfus azdı. Ancak, bu patlamanın, bir uygarlığı yok etmiş olmak bakımından daha acı bir yanı vardır.

Thira patlamasının romantik olan bir başka ayrıcalığı da vardır. M ısırlılar bu patlamanın kayıtlarını tutmuşlardı, bir olasılıkla karmakanşk bir şekilde.

Yunanlılar bin yıl sonra bu patlamayı bu kayıtlardan öğrendiler ve bir olasılıkla öyküyü çarpıttılar. Bu öykü, Platon'un iki diyalogunda görünmektedir.

Platon (İ.Ö. 427 - 347) tarih açısından bu olaya pek önem vermedi, çünkü işi ahlaki açıdan ele alıyordu.

Açıkçası, Mısırlıların söz ettiği büyük şehrin Ege Denizindeki küçük birkaç adada kurulmuş olduğuna inanamazdı. Dolayısıyla, bu şehri uzak batıdaki Atlas Okyanusuna yerleştirdi ve adına Atlantis dedi. Sonunda, pek çok kişi o zamandan beri Atlantik okyanusunda batmış bir kıta bulunduğuna inandı. Telgra f Platosunun keşfi bu inancı güçlendirir gibi oldu, ancak Orta Okyanus Yarığı çalışmaları bu inancı yok etti.

Dahası, okyanusta kara köprülerinin ve yükselip alçalan karaların bulunduğu yolunda Seuss tarafından ileri sürülen düşünce «kayıp kıta»ya inananları harekete geçirdi. V ar olan yalnızca Atlantis değildi, Pasifik ve Hint okyanuslarının yerinde de bir zamanlar Lemuria ve Mu kıtaları bulunmaktaydı. Kuşkusuz Seuss yanılıyordu, ayrıca o, yüz milyonlarca yıl önce meydana gelmiş bir olaydan söz etmişti. Oysa heyecanlı kişiler on bin yıl önce kıtaların batmış olduğunu düşünüyorlardı.

(1) Tarihçiler Minoan uygarlığının bu yıllarda sona erdi

ğini biliyorlardı, ama Thira kazılan yapılıncaya kadar nedenini bilmiyorlardı.

Düzlük tektoniği bütün bunlara son verdi. Okyanuslarda boğulmuş hiçbir kıta yoktu. Bununla birlikte, bu şekilde düşünenlerin bu saçma düşüncelerine inanmayı sürdüreceklerinden emin olabiliriz.

Bilim adamları (ben de dahil) son zamanlara kadar Platon'un öyküsünün bir uydurma olabileceğine inanıyorlardı. Bu balcımdan yanılıyorduk. Platon'un Atlantis'e ilişkin olarak yaptığı birtakım betimlemeler Thira'daki kazılara uymaktadır.

Öyleyse öykü

gerçekten bir gecede meydana gelmiş bir felaket üzerine kurulmuş olmalıdır, ama bir kıtada değil de, bir adada meydana gelmiş bir felaket üzerine.

Volkanlar kadar hatta daha tehlikeli bir başka tektonik hareket daha bulunmaktadır.

Depremler

Tektonik düzlükler birbirlerinden ayrıldıkları ya da birbirlerine yaklaştıkları zaman, hareketlerinin

ille de düzgün bir şekilde olması gerekmez. Aslında, bir sürtünme meydana gelmesini beklemeliyiz.

İki düzlüğün muazzam basınçlarla birbirine bitiştiğini düşünebiliriz. Aralarındaki çizgi düzgün de

ğildir, kilometrelerce derinliktedir ve düzlüklerin ağızlan sert kayalardan meydana gelmiştir. Diyelim ki, düzlüklerin biri diğerini kuzeye doğru iterken

kendisi sabit olarak kalmakta, ya da güneye doğru itilmektedir. Ya da, bir düzlük yükselirken diğeri sabit kalmakta ya da aşağıya doğru hareket etmektedir.

Düzlüklerin kenarlarında meydana gelen büyük sürtünme, hiç değilse bir süre için, onlann hareket etmesini önler, ama düzlükleri harekete zorlayan kuvvet artmaya devam eder.

Erimiş kayaların yükselmesi ve deniz dibinin genişlemesi, bir düzlüğün bir başka düzlüğü itelemesine neden olur. Bu durum yıllar alabilir, ama sür

tünme kuvveti er geç yenilir ve düzlükler birbirlerini zorlayarak kayarlar. O zaman düzlükler üzerindeki basınç ilerideki bir harekete kadar rahatlamış olur.

Düzlükler hareket ettiği zaman yeryüzü titreşir ve «deprem» meydana gelir. Düzlükler bir yüzyıl boyunca küçük miktarlarda kayabilirler. O zaman sarsıntılar h afif olur. Yok eğer düzlükler bir yüzyıl boyunca hiçbir şey olmadan birbirlerine sıkı sıkıya yapışırlarsa ve sonra birdenbire kayarlarsa

çok büyük bir deprem meydana gelir. Hasarın derecesi değişimin zamana göre hızına bağlıdır. Bir yüzyıl boyunca azar azar bırakılan bir enerji hiçbir zarar vermezken kısa sürede bırakılan aynı miktardaki enerji dehşetli bir felaket yaratabilir.

Depremler de tıpkı volkanlar gibi faylar (iki tektonik düzlüğün sınırı) boyunca meydana geldiğinden, volkanlar için belirtilen coğrafi bölgeler depremler için de geçerlidir. Ancak, bu iki olgudan daha öldürücü olanı depremlerdir. Lav püskürmeleri son derece sınırlı yerlerde, yani, gayet iyi tanınabilen volkanlarda meydana gelir. Yarattıkları tehlike genellikle küçük bir alan içinde kalır, tsunamiler ve büyük kül dağılmaları ender görülür. Depremlerse, belki de yüzlerce kilometre uzunluğundaki bir fayın herhangi bir noktasında meydana gelebilir.

Volkanlar patlamadan önce genellikle birtakım uyarılarda bulunurlar. Ahi patlamalardan önce bile birtakım maddeler ve kül püskürtürler. Krakatoa örneğine bakacak olursak görürüz ki ani patlamadan önce üç ay boyunca volkan birtakım işaretler vermiştir. Depremler ise kolay kolay uyarıda bulunmazlar.

Volkanik patlamaların bölgesel olmasına ve insanlara kaçma fırsatı tanımasına karşın, bir deprem genellikle beş dakika içinde sona erer ve bu beş dakika son derece geniş alanları etkiler. Y er sarsıntıları kendi başlarına tehlikeli değildir, ama genellikle binaları yıkma eğilimindedirler ve yıkılan binalar al-tındakalan insanlar ölürler. Depremler modern za-195

mazılarda barajların yıkılıp sel baskınlarının meydana gelmesine, enerji hatlarının kopmasına, yangınlar çıkmasına, kısacası sayısız hasarlar oluşmasına neden olmuşlardır.

Yakın çağda Batıda oluşan en tanınmış deprem 1 Kasım 1755'de meydana gelmiştir. Deprem merkezi Portekiz sahillerinin hemen açıklarındaydı. Üç ya da dört çok şiddetli sarsıntı kaydedildi. Bu deprem Portekiz'in başkenti Lizbon'da tüm şiddetiyle hissedildi ve kentin alt kesimindeki tüm evler yıkıldı. Sonra depremin deniz altı bölgesinde oluşan bir tsunami limanı silip süpürdü. Altmış bin kişi öldü, hidrojen bombası patlamışcasma şehirde taş taş üzerinde kalmadı.

Sarsıntı 3,5 milyon kilometre karelik bir alanda hissedildi ve Portekiz'de olduğu kadar Fas'ta da önemli hasar yaptı. Yortugünü olduğundan insanlar kilisedeydi ve güney Avrupa'daki katedrallerde bulunan kişiler avizelerin nasıl sallandığını gördüler.

Amerikan tarihindeki en tanınmış deprem San Francisco'da meydana geldi. Kent, Pasifik tektonik düzlüğüyle Kuzey Amerika tektonik düzlüğünün sınırındadır. Bu sınır Batı California boyunca uzanır ve adına San Andreas fayı denir. Fay ve kollan üzerinde depremler sık sık hissedilir. Bunlar genellikle orta şiddettedir. Ancak fayın kolları kimi zaman yerine kitlenir ve birkaç yıl sonra serbest kalınca da büyük zararlar meydana gelir.

18 Nisan 1906 günü sabah saat 5 : 13'de fayın San Francisco kesimi sarsıldı ve binalar yıkıldı. Yangın çıktı ve yağmur yağıp da ateşi kontrol altına alıncaya dek üç gün sürdü. Kentin merkezindeki dört mil karelik bir alan silindi. Yedi yüz kişi öldü ve bir çeyrek milyon insan da evsiz barksız kaldı. Maddi zarar yarım milyon dolar olarak tahmin edildi.

Amerikalı jeolog Harry Fielding Reid'm (1859-1944) bu deprem üzerine yaptığı çalışmalar sonucu fay boyunca kayma olduğu keşfedildi. San

Andreas 196

fayının bir kıyısındaki toprak diğer kıyıya göre 6

metre yükselmişti. Bu keşif, depremlerin nedenlerine ilişkin modern anlayışa yol açtı. Yine de gerçek neden elli yıl sonra yer tektoniği ortaya çıkıncaya kadar anlaşılamadı.

San Francisco depremi ünlüdür, ama kentin o zaman küçük oluşu ve ölenlerin azlığı gerçeği gözden kaçmamalıdır. Ölü sayısıyla ölçülecek olursa, batı yarımküresinde çok daha büyük depremler meydana gelmiştir.

1970'de Peru'da, başkent Lima'nın 320 kilometre kuzeyindeki eğlence kasabası

Yungay'da meydana

gelen bir deprem yerkabuğu altında birikmiş olan suyu serbest bıraktı. Meydana gelen sel 70.000 kişiyi öldürdü.

Pasifik düzleminin öbür ucu olan uzak doğuda nüfus kalabalıktır ve burada büyük zararlar meydana gelmektedir. 1923'ün 1 Eylül'ünde, Japonya'daki Tokyo-Yokohama metropolitan bölgesinin hemen güney batısında merkezlenen büyük bir deprem meydana geldi. 1923'ün Tokyo'su 1906'nm San Francisco'

sundan çok daha büyük bir şehirdi. Tokyo-Yokohama bölgesinde yaklaşık iki milyon kişi yaşıyordu.

Deprem öğleden hemen önce meydana geldi ve 575.000 bina derhal yıkıldı. Deprem ve bunu izleyen yangın sonucu 140.000 kişi öldü. Maddi zarar üç milyon dolar kadardı (doların o zamanki değerine g ö re).

Bu deprem büyük bir olasılıkla en fazla maddi hasar yaratan deprem olmuştur.

Yine de ölü sayısı açısından en kötü deprem bu değildir. 23 Ocak 1556'da Orta Çin'deki Şensi'de meydana gelen depremde 830.000 kişinin ölmüş olduğu bildirilmektedir. Elbette' bu derece eski bir rapora fazla güvenemeyiz, ancak 28 Temmuz 1976'da Pe-kin'de benzer bir deprem meydana geldi. Tientsin ve Tangşan kentleri dümdüz oldu. Çin'in resmi kayıtlan açıklamamasına karşın resmi olmayan raporlara göre 655.000 kişi öldü, 779.000 kişi yaralandı.

Öyleyse depremler ve volkanlar hakkında genel olarak ne söyleyebiliriz? Bunlar birer felakettir ama kesinlikle bölgeseldir. Yaşamın başladığı milyarlarca yıldan beri volkanlar ve depremler asla yaşamı tümüyle yok edecek birer felaket haline gelmemişlerdir.

Bunlara uygarlığı yok edecek birer güç olarak bile bakılamaz. Thira patlamasının Minoan uygarlığının yok oluşundaki payı kuşkusuz doğrudur, ama o zamanlar uygarlıklar küçüktü. Minoan uygarlığı Crete ile birkaç küçük Ege adasına kurulmuştu.

Meselenin böyle kalacağından, geçmişte yaşamı yok etmemiş olan tektonik bozuklukların gelecekte de bir felaket yaratmayacağından emin olabilir miyiz?

Örneğin 1976'da ölümle sonuçlanan elli deprem meydana gelmiştir. Bunlardan Guatemala ve Çin depremleri gerçek birer afettir. Yeryüzü şimdi herhangi bir nedenle parçalanmakta mıdır?

Hiç de değil! Yalnızca olaylar şimdi eskiye göre daha kötü görünmektedir. 1906 yılı 1976 yılma göre daha ürkütücü depremler geçirmiştir, ama 1906 yılındaki insanlar şimdikiler kadar endişeli değildi. İnsanları şimdi daha kaygılı yapan nedir?

Birincisi, II. Dünya Savaşı'ndan beri iletişim araçları müthiş gelişmiştir. Yakın zamanlara dek Asya, Afrika ve hatta Güney Am erika'nın pek çok bölgeleriyle iletişimimiz yoktu. Uzaktaki bir yerde bir deprem meydana geldiği zaman Am erika'ya pek az haber ulaşıyordu. Şimdi ise meydana gelen bir deprem derhal ve ayrıntılarıyla gazetelerin birinci sayfalarında yer almaktadır. Yıkımın görüntüleri televizyonda izlenebilmektedir.

İkincisi, ilgimiz artmıştır. A rtık köşemize çekilip oturamıyoruz. Yakın zamanlara dek, bir başka kıtadaki bir depremin ayrıntılarını öğrensek bile omzumuzu silkip geçiyorduk. Dünyanın uzak köşelerinde meydana gelen şeyler önemli değildi. Şimdiyse, dünyanın her neresinde olursa olsun, meydana gelen bir 198

olayın hepimizi etkilediğini keşfetmiş

bulunuyoruz.

Böylece ilgimiz ve endişemiz büyüyor.

Üçüncüsü, dünya nüfusu çoğalmıştır; son elli yılda iki katına çıkmış ve günümüzde dört milyara varmıştır. 1923'de Tokyo'da 140.000 kişi öldürmüş olan deprem bugün tekrar etse belki bir milyon kişi öldürecektir. Düşünün ki, Los Angeles'in 1900'de 100.000

olan nüfusu bugün 3 milyondur. Los Angeles'i etkileyen bir deprem şimdi 1900'e göre otuz kat fazla insan öldürecektir.

Örneğin, Amerikan tarihindeki en şiddetli deprem California'da değil, Missouri'de meydana gelmiştir. Deprem merkezi Mississippi nehri üzerindeki

New Madrid yakınlarındaydı. Sarsıntı öylesine şiddetliydi ki, Mississippi'nin yatağı değişti.

Bununla

birlikte, tarih 15 Aralık 1811'i gösteriyordu ve o günlerde bölge nüfusu son derece seyrekti. Hiçbir ölüm olayı kaydedilmedi. Bugün aynı yerde aynı şiddette meydana gelebilecek olan bir deprem kuşkusuz yüzlerce kişiyi öldürecektir. Eğer deprem nehir yatağının birkaç yüz kilometre yukansında meydana gelecek olursa ölü sayısı on binleri bulacaktır.

Son olarak şunu hatırlamalıyız ki, depremler sırasında ölüme yol açan şey insanların yapıtlarıdır.

Çöken binalar insanları ezer, yıkılan barajlar boğar, kopan kabloların başlattığı yangınlar yakar. Yıllarla birlikte insanların yapıtları da artmış ve büyümüştür. Bu durum hem ölü sayısını hem de maddi zararı arttırır.

Tektonik Gelecek

Öyleyse, tektonik düzlüklerin, milyarlarca yıldır süregeldiği gibi, kaymaktan başka bir şey yapmamalarına karşın, geçen her on yılla birlikte depremlerin ve daha az bir derecede de volkanların meydana getirdiği ölümlerin ve yıkımların giderek artacağını

umabiliriz.

Ama hayır! Birtakım şeyler kötüye gid iyor gibi görünse de, bu durumdan sorumlu olan tektonik de-

şimler değil insanlardır. Kuşkusuz dünyanın sonunun yakın olduğunu iddia etmekte ateşli olan kişiler her zaman bulunmaktadır. Eski devirlerde tahminler Incil'in şu ya da bu bölümüne göre yapılırdı. Felaketlerin nedeni de her zaman insanların işledikleri günahlardı. Bugünlerde ise neden olarak evrenin

maddi bir yönü ele alınmaktadır.

Örneğin 1974'de John Gribbin ve Stephen Plagemann tarafından Jüpiter'in Etkisi adında bir kitap yayınlandı. Kitabın önsözünü ben yazdım, çünkü ilginç bir kitap olduğunu düşünüyordum. Gribbin ve Plagemann birkaç gezegenin güneş üzerindeki gelgit etkilerini hesapladılar, gelgitlerin güneşteki parlamalar ve dolayısıyla güneş fırtınaları üzerindeki etkileri hakkında spekülasyonlar yaptılar. Daha da ileri giderek güneş fırtınalarının Yeryüzü üzerindeki etkilerini Artıştılar.

Özellikle faylardaki gerilimlere güneşin herhangi bir katkısı olup olmadığını merak ettiler, örneğin, eğer San Andreas fayı kaymak ve tehlikeli bir deprem meydana getirmek üzereydiyse, güneş fırtınalarının sonuç üzerinde payı olabilirdi.

Gribbin ve Plagemann'ın söylediğine göre, 1982'de

gezegenlerin konumu öyle olacaktır ki, güneş üzerindeki gelgit etkileri alışılmıştan çok fazla hissedilecektir. Bu yüzden, eğer San Andreas fayı kaymak üzsreyse, bu kayma 1982 yılında gerçekleşebilir.

Kitap hakkında göz önünde tutulması gereken

ilk şey son derece spekülatif olduğudur. İkincisi, olaylar zinciri gerçekleşse bile (eğer gezegenlerin konumu güneş üzerinde olağanüstü bir gelgit etkisi yaratırsa ve bu etki güneş fırtınalarım arttırırsa ve bu da San Andreas fayını harekete geçirirse) bütün bunlar güneşin etkisi olmadan da meydana gelebilirdi.

Kitap yanlış anlaşılmıştır ve şimdi ortalığı bir korku sarmıştır. Güya 1982'de gezegenler belli bir

şekilde sıralanacaklar ve bunların etkisiyle California denize doğru kayacaktır.

Saçma!

Califom ia'nın denize doğru kayması fikri mantıksız kişileri bazı bakımlardan ilgilendiriyor gibi görünmektedir. Bu. kısmen, Califom ia'nın batı kıyısı boyunca uzanan bir fa y bulunduğuna ilişkin bulanık bir fikirleri olmasından dolayıdır.

Düşündüklerine

göre bu fa y hareket edecektir. Ne var ki, bu hareket en fazla birkaç metre olabilir. Califomia, her şeye karşın yerinde kalacaktır.

Elbette gelecekte bir tarihte fay boyunca bir genişleme meydana gelecektir. Birtakım maddeler yeraltından yükselecek ve fayın iki kıyısını birbirinden ayıracaktır. Meydana gelebilecek boşluğa Pasifik O kyanusu dolabilir. O zaman California'nın batı kıyısı Kuzey Am erika'dan ayrılabilir ve şimdiki Aşağı Califo m ia gibi bir yarım ada halinde uzanabilir. A n cak, bunun gerçekleşmesi milyonlarca yıl alacaktır.

N e var ki, C alifom ia'nın denize kayacağı düşüncesi hâlâ devam etmektedir. Örneğin, 1948'de Baade tarafından keşfedilmiş Icarus adlı bir asteroid vardır. Bunun yörüngesi son derece eksantriktir. Yörüngesinin bir uçundayken Icarus asteroid kuşağından geçer. Yörüngesinin öbür uçundayken ise güneşe

Merkür'den daha fazla yaklaşır. İkisi arasındayken yörüngesi dünyanın yörüngesinin çok yakınından ge

çer. Dolayısıyla, dünyayı tehdit eden bir cisimdir.

Icarus ve dünya, yörüngelerinde uygun bir noktaya geldikleri zaman aralarındaki uzaklık yalnızca 6,4 milyon kilometre olacaktır. Ayın uzaklığının on yedi katı olan bu uzaklıktan bile Icarus'un Yeryüzü üzerindeki etkisi bir hiçtir. Yine de, en yakın geçişi sırasında C alifom ia'nm

denize kayacağına ilişkin

uyanlar alınabilir.

Aslında, volkanlann ve depremlerin tehlikesi zamanla azalabilir. Daha önce sözünü ettiğimiz gibi, Yeryüzü sonuçta merkezi ısısını kaybederse tektonik 201

düzlükleri harekete geçirecek olan güç ortadan kalkar.

Dolayısıyla, volkanlar ve depremler meydana gelmez. Ama elbetteki bu durum güneşin kızıl bir dev haline gelmesinden önce gerçekleşmez.

En önemli gerçek, insanların tehlikeleri asgariye indirecek önlemleri zaten alıyor olmalarıdır. Bu durum, örneğin, önceden haber almayı olanaklı hale g e tirebilir. Volkanlar söz konusu olduğunda iş daha kolaydır. Patlamadan önceki işaretleri fark eden sağduyulu bir göz zararlardan ve ölümden kurtulmaya ya rdımcı olabilir. Daha az olmakla birlikte depremler de uyarılarda bulunurlar. Fayın bir kenarı öbür kenarına doğru kayarken, asıl sarsıntıdan önce birtakım küçük değişiklikler meydana gelir. Bu değişiklikler tespit edilip ölçülebilir.

İşin tuhafı, depremlerin başlamadan önceki en önemli belirtileri, hayvanların davranışlarının değişmesinde görülür. Atlar koşuşmaya, köpekler havlamaya, balıklar sıçramaya başlar. Normal olarak deliklerde saklanan fare ve yılan gibi hayvanlar ortalı

ğa dökülür. Şempanzeler ağaçlardan yere iner. Bunlara bakarak hayvanların geleceği okuma özelliğine ve bizim sahip olmadığımız birtakım yeteneklere

sahip olduğuna inanmamız gerekmez. Hayvanlar doğal çevreyle daha yakın ilişkide olduklarından, meydana gelen değişikliklere

daha fazla dikkat ederler. Asıl sarsıntıdan önce meydana gelen küçük titreşimler onları etkiler.

Depremlerin Birleşik Devletler'e göre daha fazla yaşandığı Çin'de bunları önceden tahmin edebilmek için büyük çalışmalar yapılmaktadır.

Değişikliklere

karşı duyarlı olmaları için halk seferber edilmektedir. Hayvanların tuhaf hareketleri, kuyu sularının seviyelerinin yükselmesi, yeraltından gelen tuhaf sesler bildirilmektedir. Çinliler bu şekilde depremleri bir ya da iki gün önceden haber almayı ve ölümleri önlemeyi ummaktadırlar. Dediklerine göre, özellikle 4 Şubat 1975'de meydana gelen depremi önceden haber 202

almışlardır. (Öte yandan 28 Temmuz 1976'da meydana gelen korkunç deprem tarafından ansızın yakalanmış görünmektedirler.) Birleşik Devletler'de de depremleri önceden tahmin etme işlemleri oldukça ciddiye alınmaktadır. Gücümüz yüksek teknolojiden gelmektedir. Bu şekilde, yerel manyetik, elektriksel ve yerçekimsel alanlarda meydana gelen değişiklikleri tespit edebiliriz. Aynı zamanda, kuyu sularının seviyesinde ve kimyasal bileşiminde meydana gelen değişikliklerle, etrafımızdaki havada meydana gelen değişiklikleri de tespit edebiliriz.

Bununla birlikte, bir depremin yerini, zamanını ve şiddetini doğru olarak

belirlemek gerekecektir,

çünkü yanlış olarak verilecek bir alarm pahalıya mal olabilir. Binaları hızla boşaltmak insanları küçük bir depremden daha fazla rahatsız edebilir ve ekonomik sorunlar yaratabilir. İkinci bir uyarıda insanlar binaları boşaltmayı reddedeceklerdir, ama o zaman da deprem gerçekten bir darbe vurabilir.

Depremleri- makul bir kesinlikle belirlemek olasılığını arttırmak için, muhtemelen birtakım ölçmeler yapmak ve bunları birbirine göre değerlendirmek gerekecektir. Bir düzine göstergenin okuduğu değerler bilgisayarlara verilebilir ve bilgisayar bunları ayrı ayrı değerlendirerek bir sonuca varabilir.

Binaları tahliye etmek zararı asgariye indirebilir ama bununla yetinebilir miyiz? Depremler tümüyle önlenebilir mi? Yeraltı kayalarını değiştirebileceğimiz pratik bir yol görünmemektedir, ama yeraltı suları için durum farklıdır. Fay çizgisi boyunca birkaç kilometre aralıkla delikler açılır ve suların buralardan geçmesi sağlanırsa yeraltındaki basınçlar azaltılabilir ve deprem önlenebilir. Aslında, su, basıncı azaltmaktan daha fazlasını da yapabilir. Kayaların kay-ganlaşmasını ve daha kolay kaymasını temin edebilir.

Büyük bir deprem yerine bir dizi küçük depremin meydana gelmesi daha iyidir.

Birkaç günlük gözlem sonucu volkanların patlamasını tahmin etmek depremlere göre daha kolaydır, ama volkanik basınçları serbest bırakmak depremlere göre daha tehlikelidir. Yine de sönmüş volkanların ortasına delik açmayı ve büyük basınçlar meydana gelmeden lavları serbest bırakmayı düşünebiliriz.

Özetleyecek olursak, güneş normal halinde kaldı

ğı sürece Yeryüzü'nün denge içinde olacağını ve ya

şamın dünyanın sarsıntıları ya da yerkabuğunun hareketleri sonucu tehlikeye düşmeyeceğini düşünebiliriz. Volkanlara ve depremlere gelince, bunların yaratabileceği tehlikeleri azaltmamız bile olasıdır.

1 0 /H A V A N IN DEĞİŞMESİ

Mevsimler

Güneşin kesinlikle güvenilir ve dünyanın mutlak bir şekilde dengeli olduğunu kabul etsek bile, çevremizde, yaşamımızı ve genel olarak tüm canlıların y a

şamlarını güçleştiren değişiklikler meydana gelm ektedir. Yeryüzü bölgeleri güneş tarafından eşit şekilde ısıtılmadığından Yeryüzü'nün herhangi bir bölgesindeki ortalama sıcaklık yıl içinde yükselip azalır. Böylece mevsimler meydana gelir.

Ilıman bölgelerde yazlar ılık, kışlarsa belirgin bir şekilde soğuk geçer. Yazın bir ısı dalgası gelir, kışın kar yağar. Bu iki mevsim arasında ilkbahar ve sonbahar yer alır. Ekvatora doğru hareket edecek olursak mevsimler arasındaki farklılıklar azalır; hiç de

ğilse sıcaklıklar bakımından. Am a sıcaklık farklan-204

nın büyük olmadığı tropik bölgelerde bile, yağmurlu ve kurak mevsimler vardır.

Kutuplara doğru hareket edersek mevsimler arasındaki farklılıklar belirginleşir. Güneş alçalır, kışlar daha soğuklaşır, yazların süresi kısalır ve serinleşir.

Sonunda kutuplara vardığımızda her biri altı ay süren efsanevî günler ve geceler yaşanır. Buralarda güneş

ufku yalayarak geçer.

Doğal olarak, mevsimlerin sıcaklığı da düzenli bir şekilde değişmez. Bazen rahatsızlık verici aşırı durumlar meydana gelir. Örneğin, kimi zaman yağmurlar normalden daha az yağar, meydana gelen kuraklık sonucu ekinler zarar görür. Tarım bölgelerindeki nüfusun geçimi genellikle tarım ürünleri olduğundan, kuraklığı kıtlık izler.

Endüstri öncesi zamanlarda uzun mesafelere ta

şıma yapmak güç olduğu sıralarda, komşu bölgelerde ürün fazlası varken, bellik bir bölge anormal derecede kıtlık sorunu çekerdi. Günümüzün modern koşullarında bile milyonlarca kişi açlıktan ölmektedir. 1877

ve 1878'de Çin'de kıtlıktan 9,5 milyon kişi öldü. Sovyetler Birliği'nde ise I. Dünya Savaşından sonra 5 m ilyon kişi hayatını yitirdi.

Kıtlık şimdi pek bir sorun meydana getirmemelidir, çünkü herhangi bir gereksinim anında Am erika'daki buğday hızla Hindistan'a nakledilebilir. Ne var ki, sorunlar eksik olmamaktadır. 1968 ile 1973 yılları arasında, Büyük Sahra'nm güneyindeki Sahel bölgesinde bir kuraklık meydana geldi. Çeyrek milyon kişi açlıktan öldü, bir milyon kadarı da ölümün eşi

ğine geldi.

Tersine, yağmurların normalden çok fazla yağdı

ğı dönemler de vardır ve bunlar akarsuların taşarak zarar vermesine neden olur. Bu tür zararlar özellikle Çin'deki akarsuların kıyısındaki düz ve nüfusça kalabalık bölgelerde meydana gelir. Hwang-Ho ya da San Irmak geçmişte taşıp yüz binlerce kişinin ölmesine neden olmuştur. Hvvang-Ho'nun 1931 Ağustosun

da meydana gelen bir taşması sonucu tahminlere göre 3,7 milyon kişi boğulmuştur.

Kimi zaman hasar meydana getiren şey akarsu taşkınları değil, yağışlara eşlik eden fırtınalardır. Kasırgalar, siklonlar ve tayfunlarla birleşen su ve rüzgar öldürücü olur. Bangladeş'teki Ganj Irmağının nüfusça yoğun deltasında bu yüzden pek çok zarar meydana gelmektedir. 13 Kasım 1970'de burada oluşan bir siklon, denizi karaya sürüklemiş ve 1 milyon kişiyi öldürmüştür. 60'lı yıllarda da oluşan bu türde en az dört fırtına Bangladeş'te on binlerce, hattâ daha fazla insan öldürmüştür.

Kışların çok soğuk geçtiği bölgelerde rüzgâr karla birleşerek tipi oluşturur. Tipiler genellikle nüfusun seyrek olduğu kutuplarda ve kutba yakın bölgelerde meydana geldiğinden ölüm oranı az olur. Yine de, 11-14 Mart 1888'de üç gün süren bir tipi Birleşik Devletlerin kuzeydoğusunda 4.000 kişiyi öldürdü. Aynı yılın 30 Nisanında Hindistan'da Moradabad'da meydana gelen dolu fırtınası sonucu 246 kişi öldü.

Fırtınaların en şiddetlisi, sarmal şeklinde dönen ve hızı saatte 480 kilometreye varan kasırgalardır. Önlerine çıkan her şeyi kesinlikle yok ederler, ama neyse ki kısa ömürlüdürler. Yine de Am erika'nın çoğunlukla orta bölgelerinde her yıl bunlardan binlercesi meydana gelir ve ölüm oranı da yabana atılacak gibi değildir. Birleşik Devletler'de 1925 yılında kasırgalardan 689 kişi ölmüştür.

Bununla birlikte, bunlar ve bütün hava değişiklikleri birer felaket olmaktan çok, insanları rahatsız edici birer olaydır. Hiçbiri şimdiye dek yaşamın hattâ

uygarlığın tümünü silecek bir belirti göstermemiştir. Yaşam kendisini mevsimlere göre ayarlamıştır.

Birtakım hırpalanmalara uğramış olsa bile, kendisini tropikal bölgelere, tundralara, çöllere, yağmurlu o rmanlara uyarlamış organizmalar mevcuttur.

Öyleyse, mevsimlerin doğasının değişmesi ve örneğin çok uzun bir kış ya da çok uzun süren bir ku

raklık meydana getirerek yaşamın büyük bir kısmını ya da tümünü yok etmeleri mümkün müdür? Yeryüzü, gezegen boyutlarında bir sahra ya da bir Grönland haline gelebilir mi? Tarih zamanlarına bakacak olursak, yanıtımız «hayır»dır.

Sarkaçta birtakım küçük salınanlar olmuştur. Örneğin, on yedinci yüzyılındaki Maunder minimumu zamanında ortalama sıcaklık normalden biraz daha düşüktü, ama bu hiçbir zaman yaşamı tehdit edecek boyutlara varmamıştır. Peşpeşe kurak yazlar, ılık kışlar, fırtınalı ilkbaharlar ya da çok yağışlı sonbaharlar yaşayabiliriz, ama sonunda hepsi normale döner, hiçbiri dayanılamaz ölçülere varmaz.

Yeryüzü'nün atlattığı önemli bir iklimsel bozukluk geçen yüzyılda, Tamboro volkanının patlamasından bir yıl sonra 1816'da meydana geldi. Stratosfere

çok büyük miktarda

toz karıştığından, alışılmamış

derecedeki güneş radyasyonu stratosferden yansıyıp uzaya dağıldı. Bu olayın etkisi güneşin soğuyup donuklaşmasına eşdeğerdi. Sonuçta, 1816 yılı «yazsız yıl»

olarak anıldı, New England'da temmuz ve ağustos dahil olmak üzere yılın her ayında en az bir kez kar yağdı.

Bu durum ara vermeden yıllarca sürseydi, kuşkusuz sonunda bir felaket olacaktı, ama tozlar yere çö-

keldi ve her şey eski haline döndü.

Bir de tarih öncesi zamanlara bakalım. İklimin şimdikine göre çarpıcı bir şekilde aşırıya vardığı bir dönem yaşandı mı? Ne zaman felaket yaratabilecek bir aşırılık meydana geldi? Doğallıkla böyle bir olay hiçbir zaman yaşamı tümüyle yok edecek boyutlara varmamıştır, çünkü Yeryüzü bugün çeşit çeşit canlılarla doludur. Am a böyle bir olay bugün biraz daha aşırı bir şekilde tekrar edecek olursa yaşamı ciddi bir şekilde tehdit edebilir mi?

Böyle bir olasılığın doğabileceğini gösteren ilk işaret on sekizinci yüzyılda modem jeolojinin doğuşu sırasında ortaya çıktı. Yeni jeoloji açısından bakıldı

ğında yeryüzünün bazı yönleri düşündürücü ve çelişkili görünüyordu. Şurada burada zemindeki kayaların genel yapısına uymayan tepeler bulunuyordu. Kimi yerlerde de araziye uymayan kum ve çakıl kalıntılarına rastlanıyordu. O zamanlar var olan en doğal açıklama, bunlara Nuh tufanının neden olduğu yolundaydı.

Bununla birlikte, pek çok yerdeki kayalarda birtakım paralel çizikler vardı. Havayla temas etmiş olan bu çizikler kayalar üzerinde kaymış olan başka kayalar tarafından meydana gelmiş olabilirdi. Bu durumda iki kayayı birbirine bastıracak bir güç gerekliydi, çünkü bunlan yalnızca su yapmış olamazdı. Am a su değilse neydi?

1820'de İsviçreli iki jeolog Johann H. Charpentier (1786-1855) ve J. Venetz sorunu ele aldılar. İsviçre Alplerini iyi tanıyorlardı ve buzulların yazın eriyip geri çekilmeleri sırasında arkalarında kum ve çakıl kalıntıları bıraktıklarının farkındaydılar. Kumların ve çakılların buzullar aracılığıyla dağlardan aşağı taşınmış olmaları mümkün müydü? Çünkü buzullar çok yavaş akan bir ırmak gibi hareket ediyorlardı. Buzullar, kum ve çakıl gibi, iri tepeleri de kımıldatabilirler miydi? V e buzullar bir zamanlar şimdikinden çok daha büyüktüyse, çakılları tepelerin üzerine sürterek çizikleri meydana getirebilirler miydi? Buzullar kumları, çakılları ve tepeleri uzak yerlere taşıdıktan sonra tekrar geri çekilmiş olabilirler miydi?

Charpentier ve Venetz bunun böyle olduğunu kabul ettiler. İleri sürdüklerine göre A lp buzulları eski zamanlarda çok daha büyüktü ve kuzey İsviçre'deki devasa kayalar bu buzullar tarafından taşınmıştı. Buzullar çekilince de ortada kalmışlardı.

Charpentier-Venetz kuramı başlangıçta ciddiye alınmadı, çünkü bilim adamları buzulların bir ırmak gibi aktığından kuşkuluydular. Bu kuşkuculardan biri Charpentier'in genç bir dostu olan İsviçreli doğabilimci Jean L. E. Agassiz'di (1807-73). Agassiz, bu-208

zullann gerçekten akıp akmadıklarını tespit etmek istedi. 1839'da buzun içine 6 metre boyunda kazıklar çaktı ve 1841 yazında bunlann önemli bir miktar hareket ettiklerini gördü. Dahası, merkezdeki kazıklar kenarlardaki kazıklardan daha fazla yol almışlardı, çünkü kıyıdaki buzlar sürtünme etkisiyle daha yavaş

hareket ediyordu. Buzulun eni boyunca düzgün bir şekilde çakılmış olan kazıklar ağzı tepeye bakan bir U şeklini almıştı. Bu durum buzun bir bütün halinde hareket etmediğini gösteriyordu.

Tersine, bir çeşit

plastik akış meydana geliyordu. Tepedeki buzların ağırlığı, tüpten fışkıran diş macunu gibi alttaki buzlan itekliyordu.

Sonunda Agassiz,

buzulların kayalar üzerinde

meydana getirdiği izleri araştırmak üzere tüm Avrupa ve Am erika'da yolculuk etti. İlgisiz yerlerde bir zamanlar buzulların meydana getirdiğini işaret eden devasa kayalar ve jeolojik tortular buldu. Kimileri sularla dolmuş çöküntü yerleri keşfetti. Kuzey Am erika'

daki Büyük Göller bunlara örnekti.

Agassiz'in vardığı sonuca göre Alplerdeki buzullann meydana geldiği zamanlarda dünyanın her yerinde buzullar bulunmaktaydı. Kuzey Amerika'yı ve Avrasya'nın geniş bölgelerini Grönland'da olduğu g ibi buzullann kapladığı bir «Buzul Devri» yaşanmıştı.

O zamandan sonra yapılan dikkatli jeolojik çalışmalar, iklimin, geçmişte belli bir dönemde şimdikinden çok farklı olduğunu ortaya koydu. Buzullar son bir milyon yılda pek çok kez kutup bölgelerinden güneye doğru inmişti ve ancak yeniden inmek üzere geriye çekilmişlerdi. Buzul devirleri arasında «buzul devri arası dönemler» yaşanmıştı ve biz de şimdi bu dönemlerden birini yaşıyorduk. Ama tamamen de de

ğil. Grönland'daki büyük buz başlığı yeni yaşanmış

bir buzul devrini anımsatıyordu.

insanlığın geleceği

Buzulların Mekanizması

Son bir milyon yılda meydana gelen buzul devirleri besbelli ki gezegendeki yaşamı sona erdirmedi.

İnsanların yaşamını bile yok etmedi. Homo sapiens ve onun hominid ataları, evrimsel süreçte herhangi bir kesinti olmadan buzul çağları boyunca yaşamlarını sürdürdüler.

Yine de, önümüzde yeni bir buzul devri meydana gelip gelmeyeceğini merak edebiliriz. Buzul devri ya

şamın, hattâ insanlığın sonu demek olmasa bile, Kanada'nın ve Birleşik Devletler'in (Avrupa ve Asya'nın sözünü etmiyorum) bir mil kalınlığında buzullarla kaplanmış olduğunu düşünmek iç açıcı değildir.

Buzulların geri dönüp dönmeyeceğine karar verebilmemiz için, ilkin buzul devirlerine neden olan etkenin ne olduğunu öğrenmek yararlı olacaktır. Buna çalışmadan önce de şunu anlamalıyız ki, buzulların harekete geçmesi için pek fazla bir şey gerekmemektedir. Olanaksız birtakım değişiklikler ileri sürmek zorunda değiliz.

Şimdilerde bile, her kış Kuzey Am erika'nın ve Avrasya'nın pek çok bölgelerine kar yağmakta ve bu bölgeler Buzul Devri geri dönmüşcesine karlarla kaplanmaktadır.

Bununla birlikte kar kalınlığı birkaç santimetre ile birkaç metre arasında değişmektedir ve yaz geldiğinde hepsi erir. Genelde bir denge mevcuttun

Kışın ne kadar kar yağarsa yazın da o kadar kar erimektedir.

Ama yaz mevsimlerinin soğumasına neden olacak bir değişiklik meydana geldiğini düşünün; belki de sıcaklığı birkaç derece düşürecek kadar. Bu durum dikkati çekmeyecektir ve elbette düzenli bir değişiklik de olmayacaktır. Gelişigüzel bir dağılıma göre ılık yazlar ve serin kışlar yaşanmaya devam edilecektir.

Ama ılık yazların sayısı azalacak, soğuk kışların sayısı artacak ve genelde, kışın yağan karlar yazın tümüyle erimeyecektir. K ar kalınlığında her yıl net b ir 210

artış olacaktır. Am a bu artış çok yavaş gerçekleşecek, yalnızca kuzey kutbunda ve yüksek dağlarda hissedilecektir. Biriken karlar buz haline dönecek, kutup bölgelerindeki ve yüksek dağlardaki buzullar kışın uzayacak ve yazın pek az geri çekilecektir. Bunlar yıldan yıla büyüyecektir.

Değişiklik kendisini besleyecektir. Buzlar, kayaya ve toprağa oranla ışığı daha fazla yansıtır. Aslında, çıplak toprağın, üzerine düşen ışığın yüzde 10'unu yansıtmasına karşılık, buz, üzerine düşen ışığın yüzde 90'ını yansıtır. Buna göre buz örtüsü genişledikçe güneş ışığı daha fazla yansıtılacak, daha az soğurulacaktır. Yeryüzünün ortalama sıcaklığı düşecek, yazlar soğuyacak, buz örtüsü daha da genişleyecektir. Sıcaklıkta meydana gelebilecek çok küçük bir azalma sonucu buzullar büyüyecek, buz örtüleri haline dönü

şecek ve yıldan yıla ilerleyeceklerdir. Ta ki yeryüzünün büyük bir kesimi buzlar altında kalana dek.

Buzul devri bir kez gerçekleşince ve buzlar güneye doğru inince tersi bir mekanizma çalışacak ve genel bir geri çekiliş başlayacaktır. Uzun bir zaman içinde ortalama yaz sıcaklığı birkaç derece yükselecek olursa, kışın yağan kara göre yazın daha fazla buz eriyecek ve buzullar yıldan yıla biraz daha çekilecektir. Böylece, Yeryüzü bir bütün olarak güneş ışığının daha yüksek bir oranını soğuracak, daha az bir oranını yansıtacaktır. Bu durum yazların daha ılık geçmesini sağlayacak ve buzulların geri çekilişi hızlanacaktır.

Öyleyse, yapmamız gereken, buzulların ilerlemesine ve geri çekilmesine neden olan mekanizmayı tespit etmektir. Bunu başarmak güç değildir. Güçlük, olası pek çok mekanizma bulunmasında ve bunlar arasında bir seçim yapılamamasındadır. Örneğin, neden, güneşin kendisi olabilir. Daha önce sözünü etti

ğim gibi, Maunder minimumu gerçekleştiği zaman iklim soğumuştu. Bu döneme kimi zaman «Küçük Buz Devri» de denmektedir.

Eğer nedensel bir ilinti varsa ve eğer Maunder minimumu her yüz bin yılda bir Yeryüzü'nü soğutursa, güneş belki de birkaç on yıl değil, ama bin yıl sürecek bir Maunder minimumu yaşayabilir. O zaman Yeryüzü bir buzul

devrini başlatacak kadar soğuyabilir. Sonunda güneş yeniden ışımaya başladığında, Yeryüzü biraz ısınır ve buzullar geri çekilmeye koyulur.

Böyle bir şey olabilir, ancak elimizde bu yolda hiçbir kanıt bulunmamaktadır. Belki, güneşin yayınladığı nötrinoları daha iyi inceleyerek ve bunların sayıca neden az olduğunu tespit ederek güneşin içinde neler olup bittiğini daha iyi anlayabiliriz. Böylece, güneş lekelerinde meydana gelen değişikliklerin buzullardaki değişikliklerle ilgili olup olmadıklarını öğrenip ilerde meydana gelebilecek bir buzul devrini tahmin edebiliriz.

Belki de buzulların nedeni paşa paşa ışıyan güneş

değil, ama güneşle dünya arasındaki uzayın özelli

ğidir.

Evvelce açıkladığım gibi, gerek güneşin gerekse dünyanın bir yıldızla ya da yıldızlararası uzaydan gelecek küçük bir cisimle karşılaşması inanılmayacak derecede küçük bir olasılıktır. Bununla birlikte, galaksinin bizim bulunduğumuz eteklerinde yer yer toz ve gaz bulutları bulunmaktadır. Güneş, galaktik merkez etrafındaki yörüngesinde dönerken bu bulutların bir kısmının içinden geçer.

Bulutlar, normal kıstaslara göre, yoğun değildir.

Bizi ya da atmosferimizi zehirlemezler. Tehlike yaratmalarım bırakın, alelade gözlemciler tarafından fark edilmezler bile. 1978’de N A S A ’lı bilim adamı Dixon M. Butler, güneş sistemimizin şimdiye dek en az on kez büyük bulutlar arasından geçtiğini ileri sürdü.

Bu, aslında, düşük bir tahmin olabilir.

Bulutlar hemen hemen tümüyle hidrojen ve helyumdan meydana gelmiştir ki, bu maddeler şu ya da bu şekilde bizi etkilemez. Ancak, bulutların kütleleri

nin yüzde l ’i tozdan ibarettir; buz ya da kaya zerrelerinden meydana gelen tozlar... Bu zerrelerin her biri güneş ışığını yansıtır, soğurur ve yeniden yayınlar. Dolayısıyla, herhangi bir toz bulutundan geçmesi halinde, güneşin ışınları Yeryüzü’ne normalden daha az erişecektir.

Zerreler, Yeryüzü’ne düşen ışığı pek fazla perdelemeyebilir. Güneş, hattâ yıldızlar eskisi kadar parlak görünebilir. Yine de belli bir yoğunluktaki bir bulut, yaz mevsimlerinin serinleyip buzul devrinin başlamasına neden olacak tetiği çekebilir. Bulut içinden çıkış

ise buzulların geri çekilme mekanizmasını harekete geçirebilir.

Belki de son bir milyon yıldır, güneş sistemi, Galaksi’nin bulutlu bir bölgesinden geçmektedir ve ger

çekten yoğun olan bir buluta girdiğimiz zaman, bir buzul devrini başlatacak kadar güneş ışınları perde-lenecektir. Yoğun buluttan çıktığımız zaman ise

buzullar geri çekilecektir. Son bir milyon yıllık dönemden önce, buzul çağının yaşanmadığı 250 milyon yıl lık bir dönem vardı. Belki de bu dönemde güneş sistemi berrak bölgelerden geçiyordu. Bu dönemden önce ise Pangaea düşüncesinin ortaya çıkmasına neden olan bir Buz Devri yaşandı.

Belki de her 200-250 milyon yılda bir ciddi bir buz devri meydana gelmektedir. Bu süre, güneş sisteminin galaktik

merkez etrafındaki devir süresinden pek farklı olmadığından, belki de her seferinde aynı bulutlu bölgeden geçmekteyiz. Eğer şimdi bu bölgeden tümüyle geçip gitmiş bulunuyorsak, önümüzdeki çeyrek milyar yıl boyunca herhangi bir buzul devri ya

şanmayacaktır. Yok eğer durum böyle değilse, bu süreden çok daha önce bir ya da bir dizi buzul devri meydana gelebilir.

örneğin 1978'de bir grup Fransız gökbilimcisi, hemen önümüzde yıldızlararası bir bulut bulunduğuna ilişkin kanıtlar ileri sürdüler. Güneş sistemi bu buluta saniyede 20 kilometre hızla yaklaşıyordu ve bu hızla 213

devam ettiği takdirde 50.000 yıl sonra bulutun k ıyılarına ulaşabilirdi.

Ama buzullann gerçek nedeni güneş ya da yıldızlararası bulutlar olmayabilir. Bu mekanizmayı harekete geçiren belki de Yeryüzü'nün kendisi ya da

atmosferidir; güneşin radyasyonu atmosferden geçmek zorundadır ve bu durum buzulları etkilemektedir.

Güneşin dünyaya ulaşan radyasyonunun başlıca görünen ışık olduğunu anımsayın. Bu ışıklar atmosferden kolayca geçer. Güneş, morötesi ve x-ışınlan g ibi diğer radyasyon biçimlerini daha az üre tir. ve bunlar atmosfer tarafından tutulur.

Güneş olmadığı zaman -geceleyin- Yeryüzü dış

uzaya ısı yayınlar. Bunlar, başlıca, uzun dalga boylu kızılötesi ışınlardır. Bu ışınlar da atmosferden geçerler. Olağan koşullar altında, Yeryüzü'nün gündüz kazandığı ısıyla gece kaybettiği ısı birbirini dengeler ve ortalama yeryüzeyi sıcaklığı yıldan yıla sabit kalır.

Hemen hemen tüm atmosferi meydana getiren azot ve oksijen, görünen ışığın da, kızılötesi radyasyonun da kolayca geçmesine izin verirler. Bununla birlikte, karbondioksit ve su buhan, görünen ışığı ge

çirmelerine karşın kızılötesi ışığı tutarlar. Bu durum ilk kez 1861'de İrlandalI fizikçi John Tyndall (1820-93) tarafından kanıtlandı. Karbondioksit Yeryüzü atmosferinin ancak yüzde 0,03'ünü meydana getirir. Su buharı miktarı ise değişken olmakla birlikte çok küçüktür. Dolayısıyla, bunlar, kızılötesi radyasyonu pek

fazla tutmaz gibi görünür.

Yine de karbondioksit ve su buharı kızılötesi radyasyonun bir kısmını emer. Eğer atmosferde karbondioksit ve su buharı hiç bulunmasaydı, geceleri dış uzaya şimdikinden daha fazla kızılötesi radyasyon kaçacaktı. Geceler

şimdikinden daha soğuk, günler de daha serin olacaktı. Yeryüzü'nün ortalama sıcaklığı bugüne göre düşecekti.

Çok az miktarda bulunmalarına karşın, atmosferdeki karbondioksit ve su buharı, dünyanın ısısını ko

ruyacak kadar kızılötesi radyasyonu tutarlar. Bunların varlığı Yeryüzü'nün ortalama sıcaklığının yüksek bir derecede kalmasına hizmet eder. Bu olaya «sera etkisi» denir, çünkü seranın camlan da aynı şekilde çalışır: Güneşten gelen görünür ışığın geçmesine izin verirler, içerden yayınlanan kızılötesi radyasyonu tutarlar.

Atmosferdeki karbondioksit miktarının herhangi bir nedenle biraz arttığını düşünelim. Örneğin, iki katma çıkıp yüzde 0,06 ya ulaştığını varsayalım. Bu durum soluk alıp vermemizi etkilemeyeceğinden değişikliğin farkında olmayacağız. Karbondioksit oranı böylece biraz yükselmiş olan atmosfer kızılötesi radyasyonu daha fazla tutacaktır. Kızılötesi radyasyon dünyaya geri yansıdığından Yeryüzü'nün sıcaklığı biraz yükselecektir. Yükselen sıcaklık okyanuslardaki buharlaşmayı çoğaltacak, buharlaşma sonucu atmosfere yükselen su buharı miktarı da sera etkisini arttıracaktır.

Öte yandan, atmosferdeki karbondioksit oranının yüzde 0,03'ten 0,015'e düştüğünü varsayalım. Bu durumda kızılötesi radyasyon daha kolay kaçacak ve Yeryüzü'nün sıcaklığı biraz düşecektir. Sıcaklığın düşmesiyle su buharı

miktarı azalacak ve sera olayını tersine etkileyecektir. Sıcaklıktaki bu yükselmeler ve al

çalmalar bir buz devrinin sona ermesine ya da başlamasına yetebilir.

Am a atmosferdeki karbondioksit miktarını hangi etken değiştirebilir? Hayvansal yaşam büyük miktarlarda karbondioksit üretir, ama bitkisel yaşam üretilen bu karbondioksiti aynı oranda tüketir. Böylece yaşamın etkinliği genelde dengeyi korur. C1) Bununla birlikte Yeryüzü'nde yaşamdan bağımsız olarak karbondioksit üreten ya da tüketen süreçler vardır ki bunlar buzul mekanizmasını işletmeye yetebilecek kadar dengeyi bozabilirler.

(1) Bu durum insan etkinliğinin bulunduğu yerlerde tümüyle doğru değildir. Bu konuyu daha sonra tekrar ele alacağım.

Örneğin, çok büyük miktarlardaki atmosferik karbondioksit okyanuslarda çözünebilir. Am a okyanuslarda çözünmüş olan bu karbondioksit kolayca tekrar atmosfere verilebilir. Ayrıca, karbondioksit, yerkabuğundaki oksitlerle reaksiyona girerek karbonatlan oluşturur ve büyük bir olasılıkla artık orada kalır.

Elbette, yerkabuğunun havayla temas eden kısımları, tutabilecekleri azamî karbondioksiti emip tutmuşlardır. Bununla birlikte, dağ oluşumu dönemlerinde yeryüzüne yeni kayalar çıkar ve daha önce karbondioksitle

temas etmemiş olan bu kayalar karbondioksiti absorbe eden bir ortam davranışı gösterirler ve böylece atmosferdeki yüzdeyi düşürürler.

Öte yandan, volkanlar atmosfere büyük miktarlarda karbondioksit püskürtürler. Çünkü, kayaları lav haline getiren muazzam ısı karbonatları parçalar ve karbondioksiti yeniden serbest bırakır. Olağanüstü volkanik etkinliklerin meydana geldiği dönemlerde, atmosferdeki karbondioksit oranı yükselebilir.

Volkanlar da dağ oluşumları da tektonik düzlüklerin hareketleri sonucudur. Ama bazı zamanlar volkanlar dağ oluşumlarına göre daha sık görülür. Kimi zaman da bunun tersi doğrudur.

Dağ oluşumunun daha etkin olduğu dönemlerde karbondioksit miktarı azalır, Yeryüzü sıcaklığı düşer, buzullar ilerlemeye başlar. Volkanların hakim olduğu zaman ise, karbondioksit oranı artar, Yeryüzü sıcaklığı yükselir, buzullar

(eğer mevcutsa) çekilmeye

başlar.

Ama her şey böyle göründüğü kadar basit değildir. Volkanik püskürme çok şiddetli meydana gelecek olursa, büyük miktarlarda toz stratosfere karışır. Bu da 1816 yılında olduğu gibi yaz mevsiminin yaşanamadığı yıllar meydana getirir. Böylece buzul mekanizması işletilmiş olur.

Okyanusların dibindeki volkanik küllerden anla

şıldığına göre, volkanik etkinlikler son 2 milyon yılda daha önceki 18 milyon yıla göre dört kat fazla olmuş

tur. O halde dünyanın periyodik buzul devirlerine maruz kalmasına neden olan şey tozlu bir stratosferdir.

Yörüngesel Değişiklikler

Buzulların ilerlemesi ve geri çekilmesi üzerine şimdiye kadar söylediğim mekanizmalar, gelecek için kesin tahminlerde bulunmaya yetecek kadar güvenilir değildir.

Güneşin ürettiği radyasyonda meydana gelen kü

çük değişiklikleri yöneten yasaları henüz gerçekten bilmiyoruz. Kozmik bulutlarla çarpışmak söz konusu olduğunda bizi nelerin beklediğinden emin değiliz.

Gelecekteki volkanik püskürmelerin ve dağ oluşumlarının etkilerini kesinlikle tahmin edemeyiz. Öyle görünüyor ki, mekanizma ne olursa olsun, insanlar, bin yıllar boyunca hava raporlarını inceleyerek merak içinde yaşamlarını sürdürecekler.

Bununla birlikte, ileri sürülen bir öneriye göre, buzul devirlerinin gelip gitmesi mevsimler kadar düzenlidir.

1920’de YugoslavyalI fizikçi Miiutin Milankovich, Yeryüzü'nün yörüngesinde ve eksen eğikliğinde meydana gelen küçük değişiklikler sonucu büyük bir iklim dönüşümü oluştuğunu ileri sürdü. Buzul çağının meydana geldiği «Büyük Kıştan» ve buzullararası devirleri temsil eden «Büyük Yaz»dan söz etti. İkisi arasında elbette «Büyük İlkbahar» ve «Büyük Sonbahar»

meydana gelecekti.

Milankovich’in kuramları, o zamanlar, W egener’

in kıtaların hareket ettiğine ilişkin kuramından daha fazla ilgi görmedi. Am a yine de Yeryüzü’nün yörüngesinde değişiklikler meydana gelmektedir. Örneğin, Yeryüzü’nün yörüngesi mükemmel bir daire değildir, biraz eliptiktir. Bu demektir ki, dünyanın güneşe olan uzaklığı günden güne değişmektedir. Güneşe en yakın 217

olduğu «perihelion» ve en uzak olduğu «aphelion»

noktaları bulunmaktadır.

Aradaki farklılık büyük değildir. Yörünge o derece az eliptiktir ki (dışmerkezliği çok küçük bir elipstir) ölçekli bir kâğıda çizilmiş olsaydı

gözünüzle fark edemezdiniz. Yine de 0,01675 lik bir dışmerkezlik Yeryüzü'nün perihelion'da güneşten 147 milyon kilometre, aphelion'da ise 152 milyon kilometre uzakta olması demektir. Uzaklıktaki farklılık 5 milyon kilometredir.

Bu, yeryüzü kıstaslarına göre büyük bir rakamdır, ama farklılık ancak yüzde 3,3 kadardır. Perihelion noktasında güneş aphelion'a göre biraz daha büyük görünür, ama bu durum gökbilimcilerden başka kimse tarafından fark edilmez. Ayrıca, güneşin yer-

çekimsel kuvveti perihelion'da aphelion'a göre daha fazladır, böylece Yeryüzü, yörüngesinin perihelion ya-rısındayken, aphelion yarısına göre daha hızlı hareket eder. Dolayısıyla mevsimler eşit uzunlukta değildir. Bu durum da sıradan kişiler tarafından fark edilmez.

Son olarak, perihelion'dayken aphelion'a göre güneşten daha fazla radyasyon alırız. Aldığım ız radyasyon uzaklığın karesiyle ters orantılıdır, öyle ki, perihelion'dayken, aphelion'a göre, Yeryüzü güneşten yüzde 7 daha fazla radyasyon alır. Yeryüzü perihelion noktasına her yıl 2 Ocak'ta, aphelion noktasına ise 2 Temmuz'da ulaşır. Bu durum o şekilde gerçekleşir ki, 2 Ocak kış gündönümünden iki hafta sonra, 2 Temmuz da yaz gündönümünden iki hafta sonra gelir.

Bu demektir ki, Yeryüzü perihelion'dayken ve alı

şılmıştan daha fazla ısı alıyorken kuzey yarımküre kışın, güney yarımküre de yazın ortasındadır. Fazla ısının anlamı şu dem ektir: Eğer yörünge dairesel olsaydı kuzeydeki kış daha ılık, güneydeki yaz daha sıcak geçecekti. Yeryüzü aphelion'dayken ve normalden daha az ısı alıyorken kuzey yarımküresi yazın, güney yarımküresi de kışın ortasındadır. Isı noksanlığı şu anlama g e lir : Yeryüzü'nün yörüngesi daire

sel olsaydı kuzey yarımküresindeki yazlar daha serin, güney yarımküresindeki kışlar daha soğuk geçecekti.

Öyleyse görüyoruz ki, Yeryüzü'nün yörüngesinin eliptik olması, tropikal bölgeler dışında, kuzey yarımküresinin ikliminin güney yarımküresine göre, aşırı noktalar arasında daha az salınmasına neden olmaktadır.

Bundan çıkan sonuca göre güney yarımküresinin bir buzul devri yaşaması kuzey yarımküresine göre daha olasıdır, ama bu doğru değildir. Aslında, bir yarımkürede buzul devrinin meydana gelmesine neden olan şey ılık kışların ve serin yazların (aşırı uçlar arasındaki küçük salınımlar) meydana gelmesidir.

Her şeyin ötesinde, kışın, sıcaklık donma noktasının altında olduğu sürece (eğer yeterli miktarda nem varsa) kar yağar. Sıcaklığı donma noktasının daha fazla altına düşürmek kar yağışını arttırmaz. Aslında bu durumda kar yağışının azalması daha olasıdır, çünkü sıcaklık düştükçe havanın içerdiği nem miktarı azalır. Maksimum kar yağışı, sıcaklığın donma noktasının üzerine pek fazla çıkmadığı ılık kışlarda meydana gelir.

Yazın eriyen karların miktarı elbette sıcaklığa bağlıdır. Yaz mevsimi ne kadar sıcak olursa o kadar çok kar erir; ne kadar serin olursa da o kadar az. Öyleyse ılık kışlar ve serin yazlar yaşadığınız takdirde, çok kar yağar ama az

kar erir ve böylece buzul devrini başlatabilecek olan mekanizma harekete geçer.

Yine de şimdi kuzey yarımküresinde herhangi bir buzul devri yaşanmamaktadır. Belki de salınımlar arasındaki fark büyüktür.

Kışların ılık, yazların serin

geçmesine etki eden başka etkenler olabilir. Örneğin, dünyanın ekseninin düşeyle yaptığı açı şimdilik 23,5

derecedir. Yaz gündönümü olan 21 Haziran'da eksenin kuzey ucu güneşe doğru eğilir. Kış gündönümü 21 Aralık'ta ise eksenin ucu güneşten uzaklaşır.

Bununla birlikte dünyanın ekseni sonsuza dek aynı tarafa eğik olarak durmaz. Ayın ekvator kabarık

lığı üzerindeki çekiminden dolayı, dünyanın ekseni azıcık salınır. Daima eğik kalır, ama her 25.780 yılda bir ucu küçük bir daire çizer. Buna «ekinoks presis-yonu» (gün-tün eşitliği zamanının gerilemesi) adı ve rilir.

Günümüzden yaklaşık 12.890 yıl sonra eksen ters tarafa eğilecek ve bu durum meydana gelecek biricik değişiklik olursa, yaz gündönümü 21 Aralıkta, kış

gündönümü ise 21 Haziranda gerçekleşecektir. O zaman yaz gündönümü perihelion'da olacak ve kuzey yarımküresi yazları şimdikilere göre daha ısınacaktır. Kış gündönümü ise aphelion'da olacak, kuzey y a rımküresindeki kışlar şimdikine göre soğuyacaktır.

Diğer bir deyişle, durum şimdikinin tam tersine dönecektir.

Kuzey yarımküresi soğuk kışlar ve sıcak yazlar yaşarken, güney yarımküresi ılık kışlar ve serin yazlar yaşayacaktır.

Ama başka etkenler de vardır. Perihelion noktası güneşin etrafında yavaşça hareket etmektedir. Yeryüzü, güneş etrafında her dolanışında, perihelion noktasına biraz daha farklı bir noktada ve zamanda erişmektedir. Perihelion (ve aphelion) her 21.310 yılda bir güneş etrafında tam bir daire çizer. Perihelion günü, bizim takvimimize göre her 58 yılda bir gün kayar.

Ama hepsi bu kadar değildir. Yeryüzü üzerindeki çeşitli yerçekimi etkilerinin sonuçlarından biri, eksenel eğikliğin belli bir miktar değişmesidir. Eksenin şimdiki eğikliği 23,44229° dir, ama bu açı 1900 yılında 23,45229° idi ve 2000 yılında da 23,43928° olacaktır.

Gördüğünüz gibi eksenel eğiklik azalmaktadır, ama belli bir noktaya kadar. Ondan sonra yeniden artacak, sonra tekrar azalacak ve böyle sürüp gidecektir.

Bu açı hiçbir zaman 22° nin altına düşmez, 24,5° yi de aşmaz. Dönüşüm süresi 41.000 yıldır.

Eksenin azıcık eğilmesi, hem kuzey hem de güney yarımkürenin yazın daha az, kışın ise daha çok güneş

görmesi demektir. Sonuç, her iki yarımküre için de 220

ılık kışların ve serin yazların meydana gelmesidir.

Tersine, eksenel eğikliğin fazla olması, her iki yarım kürede de yazların ve kışların aşırı koşullarda geçmesi demektir.

Son olarak, Yeryüzü'nün yörüngesi az çok dışmer-kezlidir.

Şimdi 0,01675 olan dışmerkezlilik giderek azalmaktadır ve sonunda 0,0033'e ya da şimdiki de

ğerin 1:5 ine ulaşacaktır. Bu durum gerçekleştiği zaman Yeryüzü'nün perihelion'daki güneşe olan uzaklığı aphelion'a göre 990.000 kilometre daha az olacaktır.

O zaman dışmerkezlilik artarak maksimum değer olan 0,021l'e ya da şimdiki değerin 1,26 katma ulaşacaktır.

Bu durumda Yeryüzü perihelion konumundayken aphelion'a göre güneşe 6.310.000 kilometre daha yakın olacaktır. Dışmerkezlilik azaldıkça ve yörünge dairesel biçime yaklaştıkça, Yeryüzü'nün bir yıl içinde güneşten aldığı ısı farklılıkları daha az olacaktır. Bu durum, yazların serin, kışların ılık geçmesi olayını destekler.

Yeryüzü'nün yörüngesindeki ve eksenel eğikliğindeki bütün bu değişiklikler dikkate alınacak olursa görülür ki, mevsimlerin ılıman ya da şiddetli geçmesi eğilimi yaklaşık 100.000 yılda bir değişmektedir.

Diğer bir deyişle, Milankovich'in «Büyük Mevşimler»inin her biri yaklaşık 25.000 yıl sürer. Biz şimdi, görünüşe göre, «Büyük İlkbahar» dan yeni çıktık. Büyük Y a z'dan ve Büyük Güz'den geçtikten sonra tekrar buzul devrinin yaşandığı Büyük Kış'a döneceğiz.

Bu durum 50.000 yıl sonra gerçekleşecektir.

Bütün bu kuramlar doğru mudur? Yörüngedeki ve eksenel eğiklikteki değişiklikler küçüktür. Soğuk kış ve sıcak yaz ile ılık kış ve serin yaz arasındaki farklılıklar aslında büyük değildir. Bu farklılık buzul devrinin başlaması için yeterli midir?

J. D. Hays, John Imbrie ve N. J. Shackleton adlı üç bilim adamı sorunu ele aldı. Vardıkları sonuçlar 1976

Aralığında yayımlandı. Bu bilim adamları Hint Okyanusu'nun farklı iki noktasından alınan tortular

üzerinde çalıştılar. Tortuların alındığı yerler karalardan çok uzak olduğundan, kıyılardan sürüklenen

maddelerin sonuçları etkilemesi olasılığı yoktu.

Düşünüldüğüne göre tortular yüzyıllar boyunca dokunulmadan derinliklerde kalmıştı ve 450.000 yıl öncesine dayanıyordu.

İnce, uzun bir sütun şeklinde olan tortu numuneleri, ağaçların hayat halkaları gibi kuru yaz mevsimlerini nemli kış mevsimlerinden ayırabilecek özellikteydi.

Görülen bir değişiklik, yarım milyon yıldır okyanusta yaşayan Radiolaria ile ilintiliydi. Bunlar, küçücük ve mükemmel iskeletleri olan tek hücreli protozoalardır. Öldükten sonra çamur şeklinde dipte birikirler. Radiolarialarm çeşitli türleri vardır. Bunların bir kısmı daha çok ılıman koşullar altında gelişir. İskeletlerinin yapısı dolayısıyla birbirlerinden kolayca ayırt edilebilirler. Dolayısıyla, tortu nümuneleri milim milim incelendiği takdirde, radiolarialarm iskeletlerine bakarak okyanus suyunun ne zaman serin, ne zaman ılık olduğu tahmin edilebilir. Böylece, okyanus sıcaklığının zamana göre değişimini gösteren eğri ortaya çıkartılabilir.

Okyanus sıcaklığının zamana göre değişimi iki tip oksijen atomunun oranlarına bakarak da tespit edilebilir. Bu iki tip atom, oksijen-16 ve oksijen-

18 dir. M oleküllerinde oksijen-16 içeren su, oksijen-18 içeren suya göre daha kolay buharlaşır.

Buna göre, yağmur ya da kar halinde toprağa dü

şen su, okyanuslara göre oksijen-16 bakımından zengin, oksijen-18 bakımından ise daha fakirdir. Eğer karalara çok kar yağarsa ve bu karlar buzullara bağlanırsa, okyanuslarda büyük miktarda oksijen-16 eksilmesi ve oksijen-18 birikmesi olur.

Okyanusların sıcaklığını anlamak açısından her iki yöntem de özde farklı olmalarına karşın, aynı sonuçları vermektedir. Dahası, bu hesaplamalar sonucu bulunan periyotlar, Yeryüzü'nün yörüngesinden ve 222

eksenel eğikliğinden hesaplanan periyotlarla hemen hemen aynıdır.

Bu kanıtlara bakacak olursak, Milankovich'in Büyük M evsim ler düşüncesi şimdilik geçerliliğini korumaktadır.

Arktik Okyanus

Eğer buzul devirleri Büyük Mevsimleri izliyorsa, gelecek buzul devrinin ne zaman gerçekleşeceğini kesinlikle belirleyebiliriz. Bu buzul devri günümüzden yaklaşık 50.000 yıl sonra meydana gelecektir.

Elbette, buzul devrinin nedeninin tek olduğunu düşünmek zorunda değiliz. Birden çok neden olabilir.

Örneğin, yörüngesel ve eksenel değişiklikler asıl dönemi başlatabilir ama başka etkiler de daha az düzenli oimakla birlikte katkıda bulunabilir. Güneşin radyasyonundaki, güneşle Yeryüzü arasındaki uzayda bulunan toz miktarındaki, atmosferin karbondioksit oranındaki değişiklikler tek tek ya da birlikte buzul devrini başlatıp tersine çevirebilirler.

İki ya da daha fazla etken bir arada bulunurlarsa, buzul devri alışılmıştan daha şiddetli bir şekilde yaşanabilir. Yörüngesel ve eksenel değişiklikler, ola

ğanüstü tozsuz bir uzay, alışılmamış derecede yüksek karbondioksit miktarı, ya da alışılmamış derecede lekeli bir güneş tarafından dengelenecek olursa, buzul çağı daha ılımlı geçebilir ya da hiç gerçekleşmez.

Bugünkü duruma göre en kötüsünün gerçekleşeceğinden korkabiliriz, çünkü 50.000 yıl sonra yalnızca Büyük Kış'a değil, aynı zamanda (bir önceki bölümde söylediğim gibi) güneşin radyasyonunu engelleyecek kozmik buluta girmiş olacağız.

Yine de tümüyle yanlış düşünüyor olabiliriz. Her şeyin ötesinde, güneş sistemi şimdiki yapısını koruduğu sürece, yörüngesel-eksenel salınımlar düzenli bir 223

şekilde devam edecektir. Yaşam tarihi boyunca her yüz bin yılda bir buzul devri yaşanmış olabilir.

Aslında, buzul çağları ancak son bir milyon yıldır sorun olagelmiştir. Bundan önceki 250 milyon yıllık dönem boyunca görünüşe göre

hiçbir buzul devri

meydana gelmemiştir. Çeyrek milyar yıl aralıklarla birbirlerinden ayrılan ve birkaç milyon yıl süren bir dizi buzul devri de meydana gelmiş olabilir.

Ama bu aralıklar neden olsun? Yörüngesel ve eksenel salınımlann sürüp gitmesine karşılık, bu uzun aralıklarda neden buzul devirleri meydana gelmemiştir? Bunun nedeni karaların ve denizlerin Yeryüzü'ndeki dağılış biçimlerinde yatıyor olabilir.

Eğer bir kutup bölgesi engin bir denizden ibaret olsaydı, kutup etrafında, ince ama birkaç milyon kilometre karelik bir alan kaplayan bir buz tabakası dönüyor olacaktı. Bu deniz buzu kışın daha kalın ve geniş, yazın ise daha ince ve dar olacaktı.

Yörüngesel-eksenel salınımın sonundaki buzul devrinde, deniz buzu, yaz ve kış kalın ve geniş bir bölgeyi kaplıyor olacaktı. Ama o kadar da değil. Her şeyden önce, ılıman ve tropikal bölgelerden sıcak su getiren okyanus akıntıları bulunmaktadır. Bu akıntılar buzul devrinde bile kutup bölgelerinin havasını yumuşatırlar.

Yine, eğer bir kutup bölgesi, kutup noktası az çok merkezinde bulunmak üzere bir kıtadan ibaret olsaydı, bu kıtanın serin yaz mevsimlerinde fazla erimeyen ve yıldan yıla büyüyen bir buz tabakasıyla kaplanmış

olmasını beklerdik.

Elbette, buzlar sonsuza dek birikmeyecekti. Çünkü Agassiz'in bir buçuk yıl önce kanıtladığı gibi, büyük bir ağırlık altında kalan alt tabaka buzlan akıp gidecekti. Buzlar kademeli bir şekilde buzdağlan halinde parçalanarak yakındaki okyanusa dökülecekti.

Buzdağlan, deniz buzlarıyla birlikte kutupsal kıtanın etrafında dönecekler ve ılıman enlemlere sürüklendik

çe eriyeceklerdi. Buzul devirlerinde buzdağlan çoğa-224

lacak, buzul devri arasındaki dönemlerde ise kaybolacaktı. Ancak iki durum arasındaki fark pek büyük olmayacaktı. Okyanus akıntılarına şükürler olsun ki, kutupsal kıtayı çevreleyen okyanus, buzul devri ister olsun, ister olmasın, sıcaklığını normale yakın bir derecede koruyacaktı.

Aslında böyle bir durum yeryüzünde mevcuttur.

Antartika kıtası bir buz tabakasıyla kaplıdır ve çevresindeki deniz de buzlarla doludur. Antartika bu buz tabakasına 20 milyon yıldan beri sahiptir ve gelip g iden buzul devirlerinden pek etkilenmemiştir.

Bununla birlikte, çok büyük olmayan kutupsal bir okyanus bulunduğunu varsayın. Bunun yanı sıra, kü

çük, karalar arasına sıkışıp kalmış küçük bir okyanusa sahip olduğunuzu düşünün, tıpkı Arktik Okyanus gibi. Antartika kıtasından daha büyük olmayan A rktik Okyanusu, hemen tümüyle Avrasya ve Kuzey Am erika tarafından çevrilmiştir. Arktik Okyanusuyla dünyanın diğer suları arasındaki biricik bağlantı, Grönland ile İskandinavya arasında bulunan ve 1600

kilometre genişliğinde olan bir boğazdır. Bu boğazın ağzı da İzlanda tarafından kısmen kapatılmıştır.

Bütün farklılığı yaratan kuzeydeki karalardır. Bir buzul çağının başlangıcı ılık bir kış sırasında yağan karlar okyanusa değil karalara düşecektir. Okyanusa düşen karlar eriyecektir, çünkü suyun ısı kapasitesi yüksektir.

Biriken karlar suyun sıcaklığını düşürse bile, sıcak iklimlerden gelen akıntılar denizin donmasını önleyecektir.

Öte yandan, karalar üzerindeki karlar daha talihlidir. Karaların ısı kapasitesi denizlere göre daha düşüktür. Bu yüzden belli bir kar yükü altında kalan karalar daha çabuk soğur. Dahası, karalan ılıman hale getirecek akıntılar bulunmamaktadır. Yaz mevsiminde bu karları eritecek kadar sıcaklık meydana gelmezse karlar buza dönüşür ve buzullar harekete geçer.

Kuzey Kutbunu çevreleyen büyük kara parçalan insanlığın geleceği

karlan ve buzlan büyük oranda tutar ve Arktik Okyanusu da (özellikle Buz Devrinin ilerleyişiyle buzlarla kaplanmadan önce) gerekli su kaynağını oluşturur. Kuzey yarımküresindeki kıta-okyanus işbirliği Buzul Çağım maksimum noktaya vardıracak şekildedir.

Ama kuzey yarımküresindeki kıta-okyanus işbirliği sürekli değildir. Bunların konumu, düzlük tektoniği sonucu olarak sürekli değişmektedir.

Öyleyse, kutup bölgeleri ister açık okyanuslardan, isterse açık okyanuslarca çevrelenmiş kıtalardan ibaret olsun, belirgin bir buzul devri meydana gelmeyecektir. Ancak, hareket eden düzlüklerin bugün kutup bölgelerinde mevcut olan kara-okyanus dağılımını meydana getirmesiyledir ki, yörüngesel-eksenel salı-

nımlar bizim bildiğimiz türden buzul devirlerini oluşturacaklardır. Bu durum ise, her 250 milyon yılda bir gerçekleşmektedir.

Ama biz şimdi bu noktadayız ve kıtaların konumu gelecek bir milyon yıl boyunca kesinlikle değişmeyecektir. Dolayısıyla önümüzde bir değil bir dizi buzul devri bulunmaktadır.

Buzullaşmanın Etkisi

Buzul devrinin geldiğini varsayın. Ne denli kötü bir felaket olabilirdi bu? Her şeyin ötesinde bir m ilyon yıl boyunca buzulların gelip gidişini yaşadık ve şimdi hepimiz hayattayız. Bu durum doğrudur ve eğer durup

düşünecek olursak,

buzullar yavaş hareket

eder. İlerlemeleri binlerce yıl alır ve maksimum buzullaşma evresinde bile dünyanın önemli kısımlarında meydana gelen değişikliklerin ne denli küçük olduğunu görmek şaşırtıcıdır.

Şu anda, başlıca Antartika'da ve Grönland'da olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde 25 milyon kilometre küp buz bulunmaktadır. Buzullaşmanın zir-226

vesindeyken Kuzey Amerikanın kuzey yarısını kaplayan devasa bir buz tabakası bulunmaktaydı. İskandinavya'yı ve kuzey Sibirya'yı kaplayan buz tabakası daha inceydi. O zamanlar karalar üzerinde belki de toplam 75 milyon kilometre küp buz vardı. Bu demektir ki, şimdi okyanuslarda bulunan 50 milyon kilometre küp su buzul devrinde karalarda bulunmaktaydı.

Bununla birlikte,

o zaman buzulları beslemek

üzere denizlerden eksilen su miktarı toplam suların ancak yüzde 4'üydü. Bu demektir ki, buzul devrinin en şiddetli noktasında bile okyanusların yüzde

96’sı yerinde duruyordu.

Dolayısıyla denizlerdeki yaşam olup bitenlerden fazla etkilenmemişti. Elbette okyanus sularının ortalama sıcaklığı şimdikinden biraz soğuktu, ama bundan ne çıkardı? Soğuk su, sıcak suya oranla daha fazla oksijen çözer. Deniz yaşamı da bizimki gibi oksijene dayanır. Bunun içindir ki kutup suları yaşam açısından tropik sulara göre daha zengindir. Ve yine bunun içindir ki, kutup suları, balinalar ve kutup ayıları gibi dev memelileri banndırabilir.

Eğer buzul devri sırasında okyanus suları şimdikinden daha soğuk olursa, bu durum yaşamı destekleyecektir. Belki de deniz yaşamı şimdi sıkıntı çekiyordur, ama buzul devrinde asla çekmeyecektir.

Durum karalarda çok farklı ve felaket yaratıcı olacaktır. Şimdiki halde, karalann yüzde 10’u buzlarla kaplıdır. Buzullaşmanın en şiddetli noktasında ise bu rakam üç katına çıkıp yüzde 30 olacaktır. Bu demektir ki, şimdi 117 milyon kilometre kare olan karasal yaşama açık bölgeler, en iyi olasılıkla yazın 90 milyon kilometre kareye inecektir. Yine de bu durum, gerçekte meydana gelecek olan şeylerin tam bir betimlemesi değildir.

Buzullaşmanın doruğunda okyanus sularının yüzde 4’ünün kaybolması deniz seviyesinin 150 metre kadar alçalması demektir. Bu durum okyanusların ken

dilerini pek fazla etkilemez ama kıtaların kenarlarında birtakım sığlıklar meydana gelir. 180 metreden daha sığ olan bu bölgelere «kıta sahanlığı» adı verilir.

Su seviyesi düştükçe, buralar açığa çıkar ve karasal yaşam tarafından işgale uğrar.

Bir başka deyişle, buzullar ilerleyip karaları yuttukça, deniz seviyesi düşer ve ortaya yeni karalar çıkar. İki etki böylece birbirini dengeler. Buzullar son derece yavaş ilerlediğinden, bitkiler de yavaşça güneye ve kıta sahanlıklarına doğru kayar. Hayvansal yaşam da doğallıkla bitkisel yaşamı izler.

Buzullar ilerledikçe rüzgar kuşakları da güneye çekilir ve Yeryüzü'nün sıcak bölgelerine yağış getirir.

Kısacası, şimdi çöl olan yerler Buzul Devrinde çöl de

ğildi. Şimdi Sahra Çölü olarak adlandırdığımız yer buzulların son kez çekilmesinden önce verimli bir çayırlıktı.

Öyleyse, her ne kadar çelişkili görünse de, buzullaşma doruğuna vardığı zaman, kıta sahanlıklarının ortaya çıkması ve çöllerin küçülmesiyle karasal yaşama izin verecek bölgeler büyüyecektir. Özellikle son Buzul Devrinde, insanlar —hominid atalarımız değil, Homo sapiens'in ta kendisi— buzulların ilerlemesiyle güneye inmişler, buzulların çekilmesiyle de kuzeye çıkmışlardır.

O halde gelecekteki bir buzul devri hangi açılardan farklı olacaktır? Örneğin, buzulların şimdi yeni bir ilerleyişe geçtiklerini varsayalım. Bu durum ne

derece felaket yaratacaktır?

İnsanlık, şimdi, eskiye göre daha az hareket yeteneğine sahiptir. Son Buzul Devri sırasında dünyada bir olasılıkla 20 milyon insan vardı. Şimdi ise dünya nüfusu 4 milyardır; o zamanın iki yüz katı. 4 milyar kişinin bir yerden bir yere taşınması 20 milyon kişiye göre daha zordur.

Ayrıca yaşam biçimindeki değişikliği de düşünün.

Son Buzul Devrinde insanlar hiçbir şekilde toprağa bağlı değildi. Yiyecek toplayarak ya da avlanarak ge

çiniyorlardı. Bitkileri ve hayvanlan izliyorlardı; yiyecek bulabildikleri sürece onlar için her yer aynıydı.

Son Buzul Devrinden beri insanlar çiftçilik ve madencilik yapmayı öğrendi. Çiftlikler ve madenler bir yerden bir yere taşınamaz; insanlann inşa ettiği büyük yapılar, şehirler, tüneller, köprüler de.. Bunların hiçbiri taşınamaz, ancak terk edilir ve gidilen yerlerde yenileri kurulur.

Bununla birlikte, buzulların ne kadar yavaş ilerleyip geri çekildiklerini asla unutmayın; bu olayın sonucu olarak da denizlerin ne kadar yavaş alçalıp yükseldiklerini. Yer değiştirmek için bol zaman olacaktır.

İnsanlığın yavaşça güneye ve kıta sahanlıklarının üzerine doğru —ve sonra tekrar kuzeye— hareket edi

şini gözümüzde canlandırabiliriz.

Bu, düzenli bir hareket olmayacaktır, çünkü buzullar kısmi geri çekilmelerle ilerler ve kısmi ilerlemelerle geri çekilirler. İnsanlar bu hareketleri güçlükle izleyebilecektir.

Elbette, çevresel farklılıklar yalnızca buzullardaki ilerlemeyi içermez. Buzulların son Buzul Devrinden bu yana geri çekilmeleri mutlak değildir. Grönland'

daki buz başlığı bunun bir kalıntısıdır. Eğer önümüzdeki Büyük Y a z'la birlikte iklim yumuşaması devam eder ve Grönland da dahil olmak üzere kuzey kutbundaki buzlar erirse ne olacak?

Grönland buz başlığı 2,6 milyon kilometre küp buz içermektedir. Eğer buradaki ve diğer kutup adalarındaki buzlar eriyecek olursa denizlerin seviyesi 5,5 metre kadar yükselecektir. Bu durum kimi sahil bölgelerinde sıkıntı yaratacak ve özellikle New Orleans gibi deniz seviyesinden aşağıda olan kentler sular altında kalacaktır. Erime ve suların yükselmesi yavaşça meydana gelecek olursa, insanlann kıyı kentlerini yavaş yavaş terkedip yüksek yerlere çıkmasını düşünebiliriz.

Herhangi bir nedenle Antarktika buz başlığının da eridiğini varsayın. Doğal koşullar altında gerçekle

şebilecek bir oiay değildir bu, çünkü Antarktika pek çok buzul çağı arası dönemi atlatmıştır. Yine de biz erimiş olduğunu varsayalım. Yeryüzündeki buzların yüzde 90'ı

Antarktika'da bulunduğundan, bunların erimesi sonucu denizlerde meydana gelecek yükselme, Grönland'ın erimesi sonucu meydana gelecek yükselmenin on katı olacaktır. Deniz seviyesi 55 metre artacak, sular New York'taki gökdelenlerin on sekizinci katına ulaşacaktır. Kıtaların deniz seviyesi altında bulunan bölgelerini sular basacaktır. Florida ve Meksika Körfezi kıyısındaki pek çok yer yok olacaktır. Britanya Adaları, Hollanda ve Kuzey Almanya da öyle...

Bununla birlikte, yeryüzü iklimi daha dengeli bir hal alacak, ne kutup ne de çöl bölgeleri kalacaktır.

Yine, insanların yaşayabilmesi için gerekli topraklar artacaktır.

Ancak, önümüzdeki buzul çağının gerçekleşmesi ya da Antarktika'nın erimesi birkaç on bin yıl ertelenecek olursa bunların hiçbiri meydana gelmeyebilir.

İnsanlığın ileri teknolojisi buzul mekanizmasını değiştirebilir ve eğer istenen buysa, Yeryüzü'nün ortalama sıcaklığını belli bir noktada tutabilir.

Örneğin, uzayın yakınımızdaki bölgelerine aynalar yerleştirilebilir. Bunlar o şekilde ayarlanır ki, normal halde dünyaya çarpmayacak olan güneş ışınlarının yollan değiştirilerek dünyanın geceyi yaşayan

bölgelerine yönlendirilir.

Ya da, normal koşullarda

dünyaya vuracak olan ışınlar engellenerek geri yansıtılır. Böylece, buzullaşma tehlikesi başladığı zaman Yeryüzü bir miktar ısıtılır, buzulların erimesi tehlikesi başgösterdiği zaman ise bir miktar soğutulur.!1) (1) Birkaç on bin yıl sonra güneş ısınıp da Yeryüzü yaşanmaz bir hal aldığı zaman da, Yeryüzü'nü yaşanılabilir bir hale getirmek için benzeri bir sistem kurulabilir; tabii insanlar böyle bir zahmete girmeyi kabullenirlerse.

Yine, atmosferdeki karbondioksit oranını kontrol edecek yöntemler geliştirebiliriz. Buzların erimesi tehlikesi ortaya çıkınca Yeryüzü'nden daha fazla ısı kaçmasını, buzul tehlikesi başlayınca da Yeryüzü'nün ısısını korumasını sağlarız.

Son olarak, insanlar uzaydaki yerleşim merkezlerine taşındıkça, buzulların geliş gidişi insanlık için daha az önemli olacaktır.

Kısacası, buzul devirleri, geçmişte olduğu gibi gelecekte de bir felaket yaratmayacaktır. Aslında, teknolojiye şükürler olsun ki, böyle bir şey belki de hiç gerçekleşmeyecektir.

Am a buzullar ansızın ve umulmadık bir hızla çıkıp gelirlerse, ya da Yeryüzü'ndeki buzlar ansızın ve umulmadık bir hızla erirlerse ne olacak? Ve eğer böylesi bir olay teknolojik açıdan hazır olmadığımız bir anda meydana gelirse... O zaman büyük bir felaket yaşarız. Böyle bir durumun gerçekleşmesi için de birtakım koşullar mevcuttur. Bunları daha sonra ele alacağım.

11 / MANYETİZMANIN YOK OLMASI Kozmik Işınlar

Buzul çağlarından depremlere dek çeşitli zarar verici unsurların, Cuvier ve felaketçilerin bir buçuk yüzyıl önce hayal ettikleri gibi, gezegen yüzeyindeki tüm yaşamı silip yok edecek bir felaket yaratamamış olmasına karşın, felaketsel sayılabilecek bir takım olaylar meydana gelmiştir. 225 milyon yıl önce, Permian 231

dönemi sonlarında,

oldukça kısa bir zaman aralığı içinde amphibians familyasının yüzde 75'i ve sürüngenler familyasının yüzde 80'i yok oldu. Bu, bazı kişilerin «büyük ölüm» diye adlandırdıkları olayların bir örneğiydi.

O zamandan beri altı kez böylesi büyük ölüm meydana geldi. Bu terimin en yaygın bir şekilde kullanıldığı bir büyük ölüm, 70 milyon yıl önce Cretaceous Devrinin sonlarında gerçekleşti. Bu dönemde, 150 milyon yıldan beri yaşamakta olan dinazorlar tümüyle öldü. îchthyosaurs, plesiosaurs ve uçan ptero-saurs gibi su sürüngenleri de öyle. Omurgasızlar arasında son derece yaygın olan ammoniteler yok olup gittiler. Aslında, o zaman yaşayan hayvan türlerinin yüzde 75'iıiin nesli kısa bir süre içinde tükendi.

Bu tür toplu ölümlerin çevrede meydana gelen belirgin ve ani değişiklikler sonucunda gerçekleşmiş

olması olası görünüyor. Am a pek çok tür de canlı kalıp nesillerini sürdürmüşlerdir.

Bunun oldukça mantıklı bir açıklaması, arasıra kıtalara tırmanan ve arasıra çekilen sıg denizlerle ilgilidir. Denizlerin karalara tırmanması kutup bölgelerindeki buzların azaldığı zamanlarda meydana gelmiş olabilir. Suların çekilmesi ise dağ oluşumu sırasında kıtaların ortalama yüksekliğinin artması sırasında gerçekleşmiştir. Durum ne olursa olsun, sığ içdenizler pek çok deniz hayvanı için yaşanılabilir bir çevre sağlamaktadır. Bu hayvan türleri de kıyılarda yaşayan kara hayvanları için dengeli ve bol bir besin kaynağı oluşturmaktadır. İçdenizler kuruduğu zaman hem deniz hayvanlan hem de onlarla geçinen kara hayvanlan yok olmaktadır.

Son çeyrek milyar yılda meydana gelen yedi büyük ölüm olayının beşinde nedenin deniz kurumaları olduğu sanılmaktadır. Bu açıklama, deniz hayvanlarının kara hayvanlanna göre daha çok öldüğü ve bitkisel dünyanın fazla etkilenmemiş olduğu gerçeğine de uymaktadır.

Denizlerin kuruması bu sorun için en mantıklı ve makul çözüm olarak görünse bile, büyük ölümleri

açıklamak için pek çok başka öneriler de ileri sürülmüştür. Bu açıklamalardan bir tanesi, pek olası olmasa da, olağanüstü dramatiktir. Dahası, bu açıklama, şimdiye dek hiç düşünmediğimiz bir felaket tipini içermektedir. İnsanlığı da tehdit edebilecek bu durumun açıklaması uzaydan gelen radyasyonla (güneş

dışında) ilgilidir.

Yirminci yüzyılın ilk yıllarında, o zaman yeni

keşfedilmiş radyoaktif atomlann yaydığı radyasyondan daha enerjik ve nüfuz edici olan bir radyasyon tespit edildi. Bu nüfuz edici radyasyonun yerden geldiğinden emin olmak için AvusturyalI fizikçi Victor Francis Hess (1883-1964) 1911 yılında hava balonlarıyla 9 kilometre kadar yukarıya radyasyon tespit eden cihazlar gönderdi. Yukarıya doğru çıkıldıkça radyasyonun azalacağını umuyordu, çünkü radyasyonun ço

ğu balonla yer arasındaki hava tarafından emilecekti.

Oysa, yükseğe çıktıkça radyasyonun şiddeti arttı.

Böylece radyasyonun dış evrenden ya da kozmozdan geldiği ortaya çıktı. Amerikalı fizikçi Robert Andrews Millikan (1868-1953) 1925'de bu radyasyona «kozmik ışınlar» adını verdi. 1930'da Amerikalı fizikçi Arthur Holly Compton (1892-1962) kozmik ışınların son derece enerjik ve pozitif elektrik yüklü parçacıklar oldu

ğunu göstermeyi başardı. Şimdi, kozmik ışınların nasıl kaynaklandıklarını anlamış bulunuyoruz.

Güneş ve bir olasılıkla bütün yıldızlar, uzaya partiküller yayacak kadar enerjik süreçler geçirirler. Bu partiküller genellikle atom çekirdekleridir. Güneş başlıca hidrojenden ibaret olduğundan bu partiküllerin çoğu hidrojen çekirdekleri, yani basit protonlardır. Di

ğer daha kompleks çekirdekler ender görülür.

Bu enerjik protonlar ve diğer çekirdekler güneşten evrenin her yönüne dağılırlar. Daha önce sözünü ettiğim güneş fırtınaları bunlardır.

Güneş özellikle enerjik bir olay yaşadığı zaman, 233

partiküller büyük bir enerjiyle fışkırırlar. Güneş yüzeyinde büyük «alevlenmeler» meydana gelince, güneş

fırtınalarının içinde son derece enerjik partiküller bulunur ve bunlar kozmik ışınların enerjilerinin alt sınırına ulaşır. (Bunlara «h afif kozmik ışınlar» denir.) Diğer yıldızlar ise yıldız fırtınaları gönderirler.

Güneşten daha kütleli ve daha sıcak olan yıldızlar, kozmik ışın enerji düzeyleri açısından zengin olan daha enerjik fırtınalar yaratırlar. Özellikle süpernovalar, büyük kozmik ışın akıntıları oluşturur.

Elektrik yüklü olan kozmik ışın partikülleri, manyetik bir alandan geçerken eğri bir yol izler. Tüm y ıldızların ve bir bütün olarak da Galaksi'nin birer manyetik alanı vardır. Böylece, uzayda yol alan her bir kozmik ışın partikülü, bu süreç sırasında, karmaşık birtakım yollar izler ve manyetik alanlar içinden ge

çerken hızlanarak daha fazla enerji kazanır.

Sonuç olarak, galaksimizdeki yıldızlararası uzay, her yöne uçuşan kozmik ışın partiküllerince zengindir. Bunların çok küçük bir yüzdesi, tamamen rastlantı sonucu, Yeryüzü'ne çarpar; hem de her yönden.

Öyleyse, şimdi, dış uzaydan gelen ve daha önce hiç düşünmediğimiz yeni bir müdahaleyle karşı kar-

şıyayız. Daha önce, güneş sisteminin başka bir yıldızla karşılaşmasının ya da başka bir gezegen sisteminden kaynaklanan küçük cisimlerin güneş sistemine girmesinin ne denli olasılık dışı olduğundan söz ettim. Daha sonra ise, yıldızlararası bulutlardaki toz parçacıklarından ve atomlardan bahsettim.

Şimdi, güneş sisteminin ötesindeki uzaydan gelen ve maddesel varlıkların en küçüğü olan altatomik parçacıkların müdahalesini dikkate almak zorundayız. Hızları ışık hızına yakın olan bu parçacıklar öyle çoktur ve uzaya öyle yoğun bir şekilde dağılmıştır ki, Yeryüzü sürekli olarak bunların bombardımanı altındadır.

Bununla birlikte, kozmik ışınlar dünya üzerinde gözle görülür bir iz bırakmazlar. Bizler bunların gel

diklerinin farkında olmayız. Ancak bilim adamları, özel cihazlar kullanarak kozmik ışınların varlığını tespit edebilir.

Dahası, kozmik ışınların Yeryüzü'ne gezegenin oluşumundan beri çarpmalarına karşın, yaşam bunlardan kötü bir şekilde etkilenmiş görünmemektedir.

İnsanlar da herhangi bir sıkıntı çekmemişlerdir. Dolayısıyla, öyle görünüyor ki, kozmik ışınları bir felaket kaynağı olarak ele almayabiliriz. Am a durum

böyle değildir.

Durumun neden böyle olmadığını anlamak için hücreleri düşünelim.

DNA ve Mutasyon

Yaşayan her hücre küçük bir kimyasal fabrikadır. Herhangi bir hücrenin özellikleri, biçimi, yapısı, yetenekleri, hücre içinde sürüp giden kimyasal deği

şikliklere, değişikliklerin hızına ve kimyasal değişikliklerin birbirleriyle olan ilişkilerine bağlıdır. Eğer

hücreyi meydana getiren ve reaksiyonlara katılan maddeler basit bir şekilde karışmışlarsa, kimyasal reaksiyonlar genellikle yavaş ilerler. Reaksiyonların hızlı ve düzenli bir şekilde gerçekleşmesi için, bu reaksiyonların «enzim» adı verilen bazı kompleks maddelerin yardımıyla meydana gelmesi gerekir.

Enzimler, «proteinler» adı verilen bir tür maddenin üyeleridir. Proteinler, «amino asit» denilen küçük yapı taşlarının birbirlerine zincirlenmesi sonucu oluşmuş dev moleküllerdir. Amino asitlerin yirmi ayrı çe

şidi bulunur ve bunlar çeşitli şekillerde birleşebilirler.

Bu yirmi çeşit amino asitten biriyle işe başladığımızı ve bu molekülleri bütün olası biçimlerde bir araya getirdiğimizi varsayalım. Ortaya, her biri birbirinden değişik 50.000.000.000.000.000.000 (elli milyar milyar) molekül çıkar. Gerçek enzim molekülleri yüzden fazla amino asitten oluşmuştur ve bu amino asitlerin 235

Kombinezonları hayal edilemeyecek kadar büyüktür.

Ancak, belli bir hücre, yalnızca sınırlı sayıda enzim içerir.

Belli bir enzim o şekilde yapılmıştır ki, birtakım özel moleküller enzim yüzeyine bağlanabilir ve bun lar arasında kolayca etkileşim meydana gelebilir. Etkileşimden sonra değişen moleküller artık yüzeye tutunmaz. Bunlar çekip giderler, yerlerine yeni moleküller gelir ve kimyasal değişikliklere uğrar. Belli bir enzimin birkaç molekülünün bulunmasıyla bile, enzim bulunmasaydı reaksiyona girmeyecek olan çok sayıda molekül rekasiyona girer. (J)

Belli bir hücrenin biçimi, yapısı ve yetenekleri, bu hücrede bulunan farklı enzimlerin tabiatına, farklı enzimlerin göreceli sayısına ve bunların görevlerini nasıl yaptıklarına bağlıdır. Çok hücreli bir organizmanın özellikleri, kendisini meydana getiren hücrelerin özellikleri ve bunların arasındaki ilişkilerle ilg ilidir. Öyleyse, uzun vadede, insanlar dahil bütün organizmalar enzimlerin ürünüdür.

Ama bu, son derece rastlantısal bir bağımlılık olarak görünüyor. Bir enzim, amino asitlerden belli bir düzene göre meydana gelmemişse görevini yerine ge-tiremeyebilir. Bir amino asiti bir başka amino asite dönüştürürseniz, enzim yüzeyi, kontrol ettiği reaksiyon için uygun bir «katalizör» hizmetini göremez.

Öyleyse enzimleri böyle hassas bir şekilde biçimlendiren şey nedir? Belli bir amino asit düzeninin belli bir enzim meydana getirmesinin nedeni nedir? Hücre içinde enzimlerin meydana gelmesini yönlendiren bir anahtar madde var mıdır? 1

(1) Bu durum, iğneyle ipliği havaya atıp ipliğin kendiliğinden iğneye geçmesini beklemeye benzer, ya da iğneyi bir elde, ipliği öbür elde tutarak ipliği iğneye geçirmeye. Birincisi, enzim mevcut değilken, İkincisi ise ortamda enzim varken kimyasal reaksiyonun gerçekleşmesine karşılıktır.

Böyle bir anahtar madde mevcutsa, bu, «kromozomlarda» bulunmalıdır. Kromozomlar, bir hücrenin merkezî çekirdeğinde bulunan ve bir tür parmak izine benzeyen küçücük cisimlerdir.

Değişik türden canlılardaki kromozomların sayısı değişiktir. Örneğin, insanda, her bir hücre yirmi üç çift kromozom içerir.

Bir hücre bölünmeden önce kromozomlar bölünür.

Bölünen kromozomlar birbirinin kopyasıdır. Hücrenin bölünmesi sırasında, birbirinin kopyası olan kromozomlardan biri bir hücreye, öbürü diğer hücreye g ider. Böylece her bir yavru hücre yirmi üç çift kromozoma sahip olur.

Son derece ilkel organizmaların dışında, bütün canlıların cinsiyet hücreleri vardır. Bunların görevi, basit bir şekilde ikiye bölünmekten daha karmaşık bir yolla yeni bir canlı yaratmaktır. Böylece, erkekler sperm hücrelerini, dişiler ise yumurta hücrelerini üretirler. Sperm hücresi yumurta hücresini «döllediği»

zaman meydana gelen birleşim, yalnız başına yaşayabilecek bir organizma oluşuncaya kadar defalarca bölünür.

Yumurta hücreleri de sperm hücreleri de alışılmış sayıdaki kromozomların yarısı kadar kromozom taşır. İkisi birleştikleri zaman döllenen yumurta yine yirm i üç çift kromozoma sahip olur. Am a her çiftin biri anneden biri babadan gelir. Böylece, meydana gelen yavru, anne babasından eşit sayıda gelen özellikleri miras alır. Ondan sonra kromozomlar, enzim olu

şumu için gerekli özelliği içerecek şekilde davranırlar.

Ama bu varsayılan özelliğin kimyasal tabiatı nedir?

Kromozomların 1879'da Alman anatomicisi W alt-her Flemming (1843-1905) tarafından keşfedildiği günden beri yaygın olan genel bir kanıya göre, eğer belli bir özellik mevcutsa, bu, çok kompleks bir molekül, yani bir protein olmak zorundaydı. Proteinler, dokularda var olduğu bilinen en karmaşık maddelerdi.

1926'da Amerikalı biyokimyacı James Batchellor Sum ner (1887-1925) tarafından keşfedilen enzimler de birer proteindi. Elbette, diğer proteinlerin meydana gelmesini sağlayan karakteristik madde de bir protein olmalıdır.

Bununla birlikte Kanadalı doktor Oswald Theodore Avery (1877-1955) 1944'de bu karakteristik molekülün protein olmadığını, ama «deoksiribonükleik

asit», ya da kısaca D NA adı verilen değişik bir tip molekül olduğunu göstermeyi başardı.

Bu, büyük bir şaşkınlık yarattı, çünkü D N A 'nın basit bir molekül olduğu düşünülüyordu. Oysa yapılan incelemeler D N A 'nın kompleks, hattâ proteinlerden daha kompleks olduğunu gösterdi.

D N A molekülleri de protein molekülleri gibi, basit yapı taşlarının oluşturduğu uzun zincirlerden meydana gelmişti. DNA moleküllerini meydana getiren yapı taşlarına «nükleotid» adı verildi.

Nükleotidler

dört ayrı çeşitten meydana gelmişti (proteinler gibi yirmi çeşit değil) ve bu dört değişik tür çeşitli şekillerde birbirlerine zincirleniyorlardı.

Elinize bir defada üç nükleotid aldığınızı varsayın. Ortaya 64 çeşit «trinükleotid» çıkacaktır. Nükleotidleri 1, 2, 3 ve 4 şeklinde numaralandırırsanız, 1-1-1, 1-2-3, 3-4-2, 4-1-4 gibi 64 farklı kombinasyon elde edersiniz. Bu trinükleotidlerden biri ya da birkaçı belli bir amino asite eşdeğer olabilir; bazıları amino asit zincirinin başında ve sonunda yer alır. DNA molekülleri trinükleotidlerinin enzim zincirlerinin amino

asitlerine dönüşmesine «genetik kod» adı verilir.

Am a bu durum güçlüğü bir adım geri götürür.

Hücrenin, sonunda belli bir enzim molekülünün meydana gelmesine neden olacak belli bir D NA molekülü meydana getirmesinin sebebi nedir?

1953'de Amerikalı biyokimyacı James Dewey W at-son (1928-) ve İngiltereli biyokimyacı Francis H. C.

Crick (1916-) D N A'mn yapısını ortaya koymayı ba

şardılar. D NA molekülü çifte sarmal (double helix) 238

şeklinde birbirine sarılmış iki iplikten ibaretti. Her iplikçik, bir bakıma birbirinin zıttıydı, böylece iki par

ça birbirine gayet güzel oturuyordu. Hücre bölünmesi sırasında her bir D N A molekülü iki ayrı iplikçik halinde çözülüyordu.

Ondan sonra her iplikçik kendi üzerinde ikinci bir iplikçik meydana getiriyordu. Başlangıçta bir tane olan çifte sarmaldan sonunda iki tane çifte sarmal meydana geliyordu. Her biri bir di

ğerinin kopyasıydı. Bu sürece «replikasyon» adı verildi. Böylece, D N A molekülü bir kez var olunca kendi-kendine çoğalıyor, özgün yapısını

koruyarak ana hücreden yavru hücreye geçiyordu.

Dolayısıyla, bütün hücrelerin ve aslında insana varıncaya dek bütün organizmaların biçimi, yapısı, kimyasal özellikleri ve hattâ bir dereceye kadar davranışları D N A içeriğinin tabiatı tarafından belirlenir.

Herhangi bir türün döllenmiş yumurtası, başka bir türün döllenmiş yumurtasından farklı görünmese de, her birinin içindeki D NA molekülleri tümüyle farklıdır. Bu nedenledir ki, insan yumurtası insan şeklinde, zürafa yumurtası ise zürafa şeklinde gelişir ve ikisi arasında bir karışıklık olması olası değildir.

Ama, D N A moleküllerinin ana hücreden yavruya geçmesi o kadar da mükemmel değildir. Hayvan yetiştiricileri ve çiftçiler gayet iyi bilirler ki, kimi zaman ana babalarının özelliklerinden tamamen farklı yavrular meydana gelir. Bu farklılıklar genellikle büyük değildir ve bazen dikkati bile çekmez. Ama arasıra farklılıklar o dereceye varır ki ortaya «ucubeler» çıkar. Bu olaya, bilim dilinde, Latince değişiklik anlamına gelen «mutasyon» denir.

Genellikle, belirgin mutasyonlara hoş gözle bakılmaz ve bunlar yok edilir. Bununla birlikte, 1791'de Massachusetts'li Seth W right adında bir çiftçi, koyun sürüsünde çıkan bir ucubeye pratik bir yaklaşımda bulundu. Kuzunun biri anormal derecede kısa bacaklara sahip olarak doğmuştu. Zeki Yankee'nin aklına, kısa bacaklı koyunlann çiftliğin çevresindeki alçak 239

taşlardan atlayıp kaçamayacakları geldi. Bu yüzden, özellikle kısa bacaklı bir dizi koyun üretti. Bu olay mutasyonun halkın ilgisini çekmesine yardım etti. Bununla birlikte, HollandalI botanikçi Hugo Marie de Vries'nin (1848-1935) 1900 yılında yaptığı çalışmaya kadar mutasyon olayı bilimsel bir şekilde ele alınmadı.

Aslında, fazla belirgin ve ürkütücü olmadıkça, hayvan yetiştirenler ve çiftçiler mutasyondan yararlanırlar bile. Her kuşaktan insanlara en çok faydası olan hayvanlan —bol süt veren inekleri, fazla yumurtlayan tavuklan, yünü çok olan koyunları— se

çerek ana babalarından çok farklı yeni soylar üretirler.

Bununla birlikte, bu, W righ t'ın kısa bacaklı koyunlan gibi, küçük ve fazla önemli olmayan mutas-yonlarm seçimi sonucudur. Mutasyonu aynı yolda ilerlettikçe, insanlar açısından soylar «geliştirilir».

Aynı şey bitkilerde daha kolay uygulanır. Am erikalı bahçevan Luther Burbank (1849-1926) eski türlerden yüzlerce yeni cins türeterek başarılı bir çalışma yaptı. Am a bunu yaparken yalnızca mutasyonu değil, akıllıca bir aşılama işlemini de kullandı.

İnsanların kasıtlı olarak yaptıkları bu işi, doğa, doğal seçimin körlemesine güçleriyle, uzun yıllar içinde, ağır bir biçimde gerçekleştirir. Her kuşağın yeni türleri, meydana gelen yavaş mutasyon dolayısıyla, birtakım değişiklikler gösterir. Mutasyonun, yaşam oyununu daha kolayca oynamasına izin verdiği türler, yaşamlarını sürdürmek için daha büyük bir talihe sahip olurlar ve mutasyonlarını çok sayıda yeni kuşaklara aktarırlar. Milyonlarca yıl geçtikten sonra, eski türlerden yenileri biçimlenir.

Bu gerçek, İngiliz doğabilimcisi Charles Robert Darwin ve Alfred Russel VVallace'm 1858'de geliştirdikleri doğal seçimle evrim kuramının özünü teşkil eder.

Mutasyon, moleküler düzeyde, D N A 'ların mükemmel olmayan kopyalarının oluşması sonucudur. Bun

lar, hücre bölünmesi sürecinde, hücreden hücreye ge

çebilir.

Bu durumda, organizmada, dokunun diğer hücrelerine benzemeyen bir hücre meydana gelebilir.

Bu olaya «somatik mutasyon» adı verilir.

Genellikle bir mutasyon kötüye gidiştir. Kendisini çoğaltan bir D N A molekülünün değişik bir yapı oluşturması sırasında meydana gelen hücrenin işlevini mükemmel bir şekilde meydana getirmesini beklemek pek olası değildir, çünkü bu, bozuk bir yapıdır.

Sonuçta, deri içinde, ciğerde ya da kemikte mutasyona uğramış olan bir hücre görevini yerine getiremez ve büyük bir olasılıkla çoğalamaz. Civardaki normal hücreler zamanı geldiği zaman çoğalırlar ve mutasyona uğramış olan hücreyi devre dışı bırakırlar. Böylece, doku, arasıra meydana gelen mutasyonlara kar

şın normal halini korur.

Bunun önemli bir istisnası, mutasyonun büyümeyi etkilemesiyle ortaya çıkar. Dokudaki normal hücreler, yok olan ya da hasar gören hücreleri yenilemek için büyüyüp çoğalırlar. Oysa mutasyona uğramış bir hücre, gerektiği zaman büyümeyi durdurma mekanizmasından yoksun olabilir.

Dokunun bütününün

gereksinimlerinden bağımsız olarak büyüyüp çoğalabilir. Böylesi anarşik büyümeye kanser adı verilir.

Somatik mutasyonun en ciddi sonuçlarından biridir bu.

Arasıra bir D N A molekülü, bazı koşullar altında, daha iyi görev yapacak şekilde mutasyona uğrar. Bu durum pek sık görülmez, ama böylesi D NA moleküllerini içeren hücreler gelişip serpilir. Öyle ki, doğal ayıklama yalnızca organizma üzerinde değil, ama aynı zamanda D N A karakteristikleri üzerinde de işler.

İlk D NA molekülleri de böyle meydana gelmiş olmalıdır.

Yumurta ya da sperm hücreleri, zaman zaman, kusurlu olarak bölünmüş D N A ’lardan oluşurlar. Bunlar, mutasyona uğramış yavrular meydana getirir. Y ine, mutasyon, genellikle olumsuz yönde işler ve mu-insanlığın geleceği

tasyona uğramış yavrular ya gelişme yeteneğinden yoksun olurlar, ya da erken ölürler. Yaşamayı ve üremeyi başarsalar bile daha güçlü bireylerin gölgesinde kalırlar. Pek ender olarak mutasyon olumlu yönde gerçekleşir. Bu yavrular gelişip serpilir.

Olumlu yöndeki mutasyonların olumsuz yöndeki mutasyonlara göre çok daha seyrek olmasına karşın, yaşamayı başarıp sayıca çoğalanlar birincilerdir. Bu nedenle, evrimin gidişatını gözlemleyen biri, bunun ardında bir amaç yattığını düşünebilir : Organizmalar sanki kasıtlı olarak kendilerini mükemmelleştirmeye çalışıyorlardır.

Gelişigüzel birtakım süreçlerin bugün gördüğümüz sonuçları vermiş olduğuna inanmak kolay değildir. Ama yeterli zaman verilince ve milyonlarca türü tehlikeye atan bir doğal ayıklama sistemi işleyince, gelişigüzel süreçler bu işi başarır.

G e n e tik Y ü k

Ama D N A molekülleri neden zaman zaman kusurlu olarak bölünürler? Bölünme işlemi gelişigüzel bir süreçtir. Nükleotidler D N A iplikçiği halinde

dizilirlerken, halihazırda mevcut olan D NA iplikçiğine karşı gelen belli bir tip nükleotid yerini almalıdır.

Belli bir noktaya yerleşen nükleotid belli bir tipte olmalıdır, diğer üç çeşit nükleotidden biri değil.

Ancak, moleküllerin körlemesine hareketleri sonucu, gerekli nükleotid yerine yanlış bir nükleotid

gelebilir. Böylece, ortaya yeni bir D NA iplikçiği çıkar.

Bunun sonunda da değişik bir enzim üretilir. Kusurlu iplikçik, gelecekte,

kendisine benzeyen moleküller

üretir.

Doğal koşullar altında, belli bir D N A molekülünün kusurlu bir benzer üretmesi olasılığı 50.000 ile 100.000'

de l 'dir. Ama yaşayan organizmalarda o kadar çok gen bulunmaktadır ve o kadar çok bölünme meyda

na gelmektedir ki, mutasyon hemen hemen kaçınılmazdır.

İnsanlar arasında, 5 döllenmiş yumurta hücresinden ikisi mutasyona uğramış en az bir gen taşımaktadır. Bu demektir ki, yüzde 40'ımız şu ya da bu şekilde ana babalarımıza göre mutasyona uğramışızdır.

Mutasyona uğramış genler kuşaktan kuşağa geçme eğiliminde olduklarından, bazı tahminlere göre her bir insan ortalama sekiz adet mutasyona uğramış gen taşımaktadır. Vakaların çoğunda, mutasyon olumsuz yönde gerçekleşmiştir. (Bu durum bizi fazla etkilemez, çünkü genler çift olarak meydana gelir. Biri anormal olduğu zaman diğeri bizi idare eder.) Mutasyon yalnızca bir kör talih sonucu değildir.

Kusurlu bölünme olasılığını arttıran etmenler bulunmaktadır. Örneğin, bazı kimyasal maddeler D N A 'nın düzenli çalışmasına müdahale eder ve onun uygun nükleotidlerle iş görmesini engeller. O zaman, mutasyon olasılığı açıkça artar. DNA molekülü son derece karmaşık ve nazik bir yapıya sahip olduğundan, pek çok kimyasal madde kendisini etkileyebilir. Bu tür kimyasal maddelere «mutajen» adı verilir.

Altatomik parçacıklar da D N A'yı etkiler. D NA molekülleri, hücre merkezi içindeki çekirdekte gömülü olan

kromozomlarda

saklandıklarından,

kimyasal

maddelere «mutajen» adı verilir.

Altatomik parçacıklar da DNA'yı etkiler. D N A molekülleri, hücre merkezi içindeki çekirdekte gömülü'

olan

kromozomlarda

saklandıklarından,

kimyasal

maddelerin onlara ulaşması güçtür. Oysa, altatomik parçacıklar hücrenin içine girerler ve eğer D N A moleküllerine çarparlarsa onların yapısını fiziksel olarak değiştirirler.

Bunun sonucu DNA molekülleri çoğalma gücünü yitirebilir ve hücre ölebilir. Çok sayıda kritik hücre ölecek olursa, birey «radyasyon hastalığından» ölür.

Daha az ürkütücü bir sonuç olarak, hücre ölmez ama bir mutasyon meydana gelir. (Mutasyon, kanser 243

oluşturabilir ve enerjik radyasyonların mutajenik oldukları kadar «kanserojenik» — kanser yapan— oldukları da bilinmektedir. Aslında terimlerden biri, öbürünü ifade eder.) Eğer yumurta ya da sperm hücreleri bundan etkilenecek olursa, elbette ortaya mutasyona uğramış yavrular çıkar; kimi zaman ciddi doğum kusurlarına neden olacak kadar korkunç... (Kimyasal mutajenler de buna sebep olabilir.) Radyasyonun mutajenik etkileri ilk kez 1926 yılında Amerikalı biyolog Hermann Joseph Muller

(1890-1967) tarafından denendi. Muller, X-ışınlanna maruz bıraktığı meyva sineklerinde mutasyonun daha kolay meydana geldiğini gördü. •

X-ışınlan ve radyoaktif radyasyon, yirminci yüzyıldan önce insanlarca bilinmiyor, dolayısıyla üretilmiyordu. Ama bu, yirminci yüzyıldan önce, radyasyonun mutajenik biçimlerinin bulunmadığı anlamına gelmez. Yeryüzü'nde yaşam bulunduğu sürece güneş

ışınları da vardı ve güneş ışığı, içerdiği morötesi ışıklardan dolayı biraz mutajeniktir (ve bundan dolayı, güneş altında fazla kalındığı zaman deri kanserinin meydana gelmesi olasılığı artar).

Ayrıca, yaşam, var olduğu sürece, kozmik ışınlara maruz kalmıştır. Aslında, birtakım itirazlara rağmen, son birkaç milyar yılda, mutasyon yoluyla evrimi yönlendiren birinci etkenin kozmik ışınlar olduğu ileri sürülebilir. Deyimi yerindeyse, her insanın vücudunda taşıdığı sekiz mutasyona uğramış gen — ki hemen hepsi bozuktur— geleceğimizin bağlı olduğu birkaç yararlı gene karşılık ödediğimiz ücrettir.

Nedeni ne olursa olsun, olumsuz mutasyonlar, türü zayıflatan bir etkide bulunurlar, çünkü ortaya dü

şük standartlı bireyler çıkar. Bu duruma o türün «ge netik yükü» adı verilir. (Bu terim ilk kez H. J. Muller tarafından ileri sürülmüştür.) Yine de, olumlu mutasyona uğramış birkaç kişinin yanısıra, olumsuz mutasyona ciddi bir şekilde maruz kalmamış pek çok 244

birey bulunmaktadır. Bu bireyler, genetik yüke kar

şın, türün yaşamını sürdürmesini sağlarlar.

Ama, herhangi bir nedenle, mutasyon oranının artması sonucu genetik yük artarsa ne olacak? Böyle bir şey gerçekleşirse, üstün ve normal bireyler azalacak, düşük standarttaki bireyler artacaktır. Bu koşullar altında, türün devamını sağlayabilecek sayıda normal ve normalüstü birey kalmayacaktır. Kısacası, genetik yükün artışı, sanılabileceği gibi evrimi hızlandırmayacak, ama türleri zayıflatıp tükenişe götürecektir. Genetik yükün azı yararlı, çoğu zararlıdır.

Am a mutasyon oranındaki artışa sebep olabilecek şey nedir? Gelişigüzel etmenler gelişigüzel olarak kalır ve geçmişteki mutajenik etmenlerin çoğu —güneş ışığı, kimyasal maddeler, doğal radyoaktivite—

değişmeden kalmıştır. Ama kozmik ışınlara ne demeli? Eğer herhangi bir nedenle, Yeryüzü'ne ulaşan kozmik ışınların şiddeti artarsa ne olacak? Bu durum pek çok türün zayıflayıp, genetik yükün ağırlığıyla toplu halde ölmelerine neden olacak mıdır?

Yeryüzü tarihindeki büyük toplu ölümleri içdenizlerin kuruması olayına bağlamış olsak bile, kozmik ışınların şiddetindeki ani bir artış da büyük toplu ölümlerle sonuçlanamaz mı?

Belki... Ama, kozmik

jşınlan n şiddetinin ansızın artmasına neden olacak şey nedir?

Bir olası neden, kozmik ışınların birincil kaynağı olan süpemova olaylarının artmasıdır. Ama bu pek mümkün değildir. Galaksimizdeki yüzlerce milyar y ıldız arasında bulunan süpernovalann sayısı yıldan y ıla, hattâ, yüzyıldan yüzyıla hemen hemen aynı kalmaktadır. Süpernovalann dağılım biçimi değişebilir mi? Belli bir zamanda Galaksi'nin öbür ucunda bulunan süpernovalar, bir başka zaman Galaksi'nin bizim bulunduğumuz ucunda toplanabilirler mi?

Aslında bu durum, kozmik ışın şiddetini sandığımız kadar değiştirmeyecektir. Kozmik ışınlar eğrisel yollar izlediklerinden — Galaksi'de çok sayıda bulunan 245

büyük manyetik alanlara şükürler olsun— kaynaklarından bağımsız olarak, Galaksi'ye düzgün bir şekilde dağılırlar.

Çok sayıda yeni kozmik ışın partikülleri, süpernovalar ve (süpernovalara göre daha az miktarlarda) alelade dev yıldızlar tarafından üretilmekte ve sürekli olarak hızlandırılarak daha enerjik bir hale getirilmektedir. Yeterince

hızlandırılacak olurlarsa Galaksi'den kaçıp gidebilirler de... İlaveten, çok sayıda partikül, sürekli olarak yıldızlara ve Galaksi'deki diğer cisimlere çarpmaktadır, Galaktik oluşumdan 15 m ilyar yıl sonra bir dengeye ulaşılabilir ve yok olan partikül sayısı üretilen partikül sayısına eşitlenebilir. Bu nedenledir ki, çok uzun bir gelecekte bile, Yeryüzü civarındaki kozmik ışın şiddetinin az çok sabit kalacağını ileri sürebiliriz.

Bununla birlikte, ayrıcalıklı bir durum meydana gelebilir. Yakınlarda patlayan bir süpernova Yeryü-

zü'nün başına dert olabilir. Süpernovaların bize yaklaşması sorununu daha önce tartıştım ve böyle bir olasılığın, görebildiğimiz bir gelecek içinde, çok düşük olduğunu söyledim. Ne var ki, tartıştığım konu, bu cisimlerden bize gelecek olan ısı ve ışıktı. İşin içine kozmik ışınlar karışınca ne yapacağız- Çünkü, yakınımızdaki süpernovalarla aramızdaki uzaklık, kozmik ışınların manyetik alanlarca dağıtılıp yayılmasına izin vermeyecek kadar kısa olacaktır.

Amerikalı bilim adamları K. D. Terry ve W. H.

Tucker'in 1968'de söylediklerine göre, büyük bir süpernova, güneşin bir trilyon katı şiddette kozmik ışın yayar ve bu iş en az bir hafta sürer. Eğer böyle bir süpernova 16 ışık yılı uzaklıkta bulunursa, bu süpernovadan bize gelen ışınlar, aynı süre içinde güneşten gelen ışınların toplamına eşit olacaktır. Bu da hepimizi radyasyon hastalığından öldürmeye yeter. Süpernovadan ilaveten gelen ısı dalgasının pek bir önemi kalmayacaktır.

Elbette, yakınımızda, dev bir süpernova şeklinde 246

patlayabilecek hiçbir yıldız yoktur; geçmişte olmamıştır, görebildiğimiz kadarıyla gelecekte de olmayacaktır. Bununla birlikte, oldukça uzakta bulunan bir sü-

pernova bile önemli zararlar verebilir.

Şimdilik, atmosferin tepesine ulaşan kozmik ışınların şiddeti yılda 0,03 rad kadardır; herhangi bir zarar oluşması için bu değerin 500 katı, yani yılda 15 rad gerekir.

Süpemovaların meydana gelme sıklığına, bunların gelişigüzel konumlarına ve büyüklüklerine bakarak karar verecek olursak, Terry ve Tucker'in hesaplamalarına göre dünya her on milyon yılda bir ortalama 200 rad şiddetinde ışına maruz kalabilir. Fosil kayıtlarının başladığı 600 milyon yıldan beri bize en az 25.000 radlık bir parlamanın ulaşmış olması olasılığı vardır. Elbette bu, büyük sıkıntılara neden olabilirdi. Ancak, kozmik ışın bombardımanının etkisini azaltan doğal mekanizmalar bulunmaktadır.

Örneğin, daha önce söylediğim gibi, kozmik ışın şiddeti atmosferde belli bir noktaya kadar ulaşır. A tmosfer, kozmik ışınlar için tümüyle geçirgen değildir.

Kozmik ışınlar atmosferi meydana getiren atomların ve moleküllerin arasından geçerken er geç çarpışmalar meydana gelir. Atomlar ve moleküller parçalanır ve bu parçacıklar «ikincil radyasyon» halinde yayılır.

İkincil radyasyon, kozmik ışın partiküllerinin «birincil radyasyonundan» daha az enerjiktir, ama enerjileri yine de zarar vermeye yeter. Bununla

birlikte, bunlar da atmosferdeki atomlarla ve moleküllerle çarpışır ve yeryüzeyine vardıkları zaman enerjilerinin önemli kısmı emilmiş olur.

Kısacası, atmosfer, koruyucu bir örtü görevini görür; tümüyle yeterli olmasa da tümüyle yetersiz de değildir. Yeryüzü çevresindeki yörüngelerde ya da ayda bulunan astronotlar, yeryüzündeki bizlere göre daha şiddetli kozmik ışın bombardımanına maruz kalır.

Dikkate alınması gereken bir durumdur bu.

Astronotlar, atmosferin ötesindeki kısa yolculukları sırasında biraz fazla radyasyon alıyor olabilirler, 247

ama uzay yerleşim merkezlerinde uzun süre kalacak kişiler için böyle bir şey söz konusu değildir. Uzay yerleşim merkezleri, tıpkı atmosfer gibi, kozmik ışınlara karşı koruyucu duvarlarla çevrilecektir.

Aslında, insanlann büyük bir bölümü uzay yerleşim merkezlerine taşınıp da, güneşin önce kızıl dev, sonra da beyaz bir cüce haline gelmesi insanlar için önemli bir olay olmaktan çıkınca, kozmik ışınlardaki azalıp çoğalmalar başlıca sorun olacaktır.

Dünyaya dönecek olursak, atmosferin koruyucu görevinin aksayacağını ve bizleri kozmik ışınlara maruz bırakacağını düşünmemiz için hiçbir neden yoktur; hiç değilse atmosfer bugünkü yapısını ve kompozisyonunu koruduğu sürece... Ayrıca, Yeryüzü'nün bize sunduğu daha mükemmel ama

daha kısa süreli bir koruma biçimi de bulunmaktadır. Am a bunu açıklamak biraz geriye gitmeyi gerektirecektir.

Yeryüzü'nün Manyetik Alanı

İsa'dan önce yaklaşık 600 yılında Yunanlı filozof Thales (İ.Ö. 624-546) ilk kez doğal manyetik mineralleri tespit etti ve bunların demiri kendilerine çektiğini keşfetti. Sonunda mıknatıs taşının (bunun şimdi demiroksit olduğunu biliyoruz) çelik talaşlarını manyetize etmekte kullanılabileceği öğrenildi. Manyetize edilen çelik talaşları mıknatıs taşından daha güçlü bir mıknatıs etkisi gösteriyordu.

Orta Çağda, serbestçe hareket edebilen manyetik bir iğnenin değişmez bir şekilde kuzey-güney doğrultusunu gösterdiği keşfedildi. Bundan dolayı, iğnenin bir ucuna manyetik kuzey kutbu, öbür ucuna ise manyetik güney kutbu adı verildi. Bu gerçeği 1100 yılından önce ilk kez Çinliler fark ettiler. Bir yüzyıl sonra AvrupalIlar bunu onlardan öğrendi.

Manyetik ibrenin bir «denizci kumpası» olarak kullanılmasıyla AvrupalI denizciler güvenlik kazandı248

lar. Pusulanın kullanılması, 1400 yılından sonra başlayan ve AvrupalIları yaklaşık beş yüzyıl boyunca dünyanın efendisi yapan büyük coğrafi keşiflere yol açtı. (Fenikeliler, Vikingler ve Polinezyalılar pusula olmadan önemli deniz yolculukları yapmışlardı, ama ancak büyük tehlikeleri göze alarak.) Pusula ibresinin kuzeyi göstermesi başlangıçta son derece esrarengiz

karşılandı. Gizemciliği en az olan bir düşünceye göre, kuzeyin uzak bölgelerinde iğneleri kendisine çeken koca bir mıknatıs dağı vardı.

Doğallıkla, bu koca mıknatısa tehlikeli bir şekilde yaklaşmaya cüret eden gemilere ilişkin masallar türedi.

Gemi yaklaştığı zaman koca mıknatıs çivileri söküp çekiyor ve böylece gemi parçalanıyordu. Binbir Gece masallarında bu tür bir öykü vardır.

İngiliz doktoru W illiam Gilbert (1544-1603) 1600'de çok daha ilginç bir açıklama ileri sürdü. Gilbert, bir parça mıknatıs taşını küre haline getirdi ve bu kürenin civarında çeşitli noktalara konulan bir pusula ibresinin gösterdiği doğrultuları inceledi. Gördü ki ibre, küre etrafında, tıpkı dünya etrafındaki gibi bir davranış gösteriyordu. Bundan dolayı, Gilbert, dünyanın kendisinin büyük bir mıknatıs olduğunu ileri sürdü.

Kuzey manyetik kutbu Arktika'da, güney manyetik kutbu ise Antarktika'daydı.

1831'de İskoçyalı kaşif James Clark Ross (1800-62) kuzey manyetik kutbunun yerinin Kuzey Am erika'nın en kuzey uzantısı olan Boothia Yarımadası'nın batı sahillerinde bulunduğunu tespit etti. Pusulanın sürekli olarak kuzeyi gösteren iğnesi, bu noktada aşağıyı işaret ediyordu.

Güney manyetik kutbunun yeri ise, 1909'da AvustralyalI jeolog Edgeworth David (1858-1934) ve İngiliz kâşifi Douglas Mawson (1882 - 1958) tarafından Antarktika kıyılarında tespit edildi.

Am a Yeryüzü neden bir mıknatıstır? İngiliz fizik

çisi Henry Cavendish’in (1731-1810) 1798 yılında Yeryüzü’nün kütlesini ölçtüğü günden beri biliniyordu ki, dünyanın ortalama yoğunluğu, dünyanın yalnızca ka

yalardan meydana gelmiş olmasıyla açıklanamıyordu.

Bu yüzden, Yeryüzü’nün metalden meydana gelmesi gerektiği fikri doğdu. Meteoritlerin çoğunun 10:1 oranında demir ve nikelden meydana gelmiş olduğu ger

çeğine bakılarak, Yeryüzü’nün merkezinin de benzeri bir metal karışımından oluşmuş olabileceği düşünüldü. Bu düşünce ilk kez Fransız jeologu Gabriel August Daubree (1814-96) tarafından 1866’da ileri sürüldü.

On dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru, deprem dalgalarının yayılış biçimleri ayrıntılarıyla incelendi.

Bu dalgaların 2.900 kilometre derine kadar nüfuz ettiği kanıtlanabildi.

1906’da ileri sürüldüğüne göre, tam bu noktada, yeryüzünün kimyasal kompozisyonunda ani bir değ

şiklik meydana geliyordu. Yani, dalgalar kayalık katmandan metalik çekirdeğe geçiyordu. Bu öneri bugün kabul edilmektedir. Yeryüzü, çapı yaklaşık 6.900 kilometre olan, demir ile nikelden meydana gelmiş küresel bir çekirdeğe sahiptir. Bu çekirdek hacimsel olarak Yeryüzü'nün altıda birini, yüksek yoğunluğu dolayısıyla da Yeryüzü kütlesinin üçte birini meydana getirir.

Bu demir çekirdeğin bir mıknatıs olduğunu kabul etmek mümkündür. Böylece pusula ibresinin davranı

şı açıklanabilir. Ama durum böyle olmayabilir. 1896'da Fransız fizikçisi Pierre Curie (1859-1906), yeterince yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtılan bir mıknatısın mıknatıslık özelliğini yitirdiğini gösterdi. Demir, manyetik özelliğini, «Curie noktası» denilen 760°C'de kaybeder. Nikelin Curie noktası ise 356°C dir.

Nikel-demir çekirdeğin sıcaklığı Curie noktasından daha yüksek olabilir mi? Evet!.. Deprem dalgalarının bazı tipleri kayalık tabakadan çekirdeğe asla geçemez. Bunlar, sıvı içinden geçemeyen dalga tipleridir. Böylece çekirdeğin sıvı haldeki demir-nikelden meydana geldiği sonucuna varırız. Demirin alelade koşullardaki ergime noktası 1535°C dir. Çekirdekteki yüksek basınç dolayısıyla bu sıcaklık daha büyük ola

cağından, çekirdeğin alelade bir mıknatısa benzeye-meyeceği sonucuna varırız.

Bununla birlikte, sıvı çekirdeğin varlığı yeni olasılıklar getirdi.

1820'de DanimarkalI fizikçi Hans Christian Oersted (1777 - 1851) elektrik akımı vasıtasıyla manyetik etki üretilebileceğini gösterdi («elek-tromanyetizm»). Eğer helis şeklinde bir telden elektrik akımı geçecek olursa, sonuçta, helisin merkezine manyetik bir çubuk konulmuş gibi bir manyetik alan yaratılır.

Bunu dikkate alan Alman asıllı Amerikalı jeofizikçi W alter Maurice Elsasser (1904-) 1939'da, Yeryü-

zü'nün dönüşünün sıvı çekirdek içinde birtakım girdaplar meydana getirdiğini ileri sürdü. Atomlar, elektrik yüklü altatomik parçacıklardan yapılmıştır. Demir atomlarının özel yapısı dolayısıyla, sıvı çekirdek içindeki girdaplar bir elektrik akımı etkisi yaratabilir.

Yeryüzü batıdan doğuya doğru döndüğünden, girdaplar da batıdan doğuya doğru dönecektir. Böylece, clemir-nikel

çekirdek,

kuzey-güney doğrultusunda

konmuş bir mıknatıs gibi davranacaktır.

Bununla birlikte, Yeryüzü'nün manyetik alanı, mutlak olarak düzenli bir olgu değildir. Yılların ilerlemesiyle birlikte manyetik kutuplar konumlarını de

ğiştirir ve bunlar bilmediğimiz bir nedenden dolayı coğrafik kutuplardan 1600 kilometre uzaktadır. Dahası, manyetik kutuplar, Yeryüzü'nün birbirine tümüyle zıt noktalarında değildir. Kuzey manyetik kutbundan güney manyetik kutbuna çizilecek bir çizgi, Yeryüzü merkezinin 1.100 kilometre açığından geçecektir. İlaveten, manyetik alanın şiddeti yıldan yıla değişmektedir.

Bütün bunları kafasının bir köşesine yerleştiren biri, manyetik alana geçmişte ne olduğunu ve gelecekte ne olabileceğini merak edecektir. Neyse ki, söylenebilecek bir şeyler vardır; hiç değilse geçmiş hakkında.

Volkanik hareketler sonucu fışkıran lavlar ara-251

smda çeşitli zayıf manyetik mineraller bulunmaktadır. Bu minerallerin moleküllerinin manyetik alan kuvvet çizgileri boyunca dizilme eğilim leri vardır. M ineraller sıvı halindeyken, bu eğilim, moleküllerin sıcaklıktan doğan gelişigüzel hareketleri dolayısıyla kaybolur. Bununla birlikte, volkanik kayalar yavaşça soğuduğu zaman moleküllerin gelişigüzel hareketleri de yavaşlar ve moleküller kuzey güney doğrultusunda dizilir. Kayalar katılaştığı zaman bu diziliş bi

çimi yerine kenetlenir. Moleküller birbiri ardına öyle dizilirler ki, onların tıpkı pusula ibresi gibi kuzey ve güney manyetik kutuplarını gösterdiğini

görebiliriz.

1906’da Fransız fizikçisi Bernard Brunhes, bazı volkanik kristallerin normalin ters yönünde manyetize edilmiş olduklarına dikkat etti. Bunların manyetik kuzey kutupları güneyi gösteriyordu. Brunhes’in bu özgün keşfinden sonraki yıllarda yapılan araştırmalar gösterdi ki, kristallerin pek çok durumda normal halde olmalarına karşın, diğer pek çok durumda da kuzey manyetik kutupları güneyi gösteriyordu. Demek ki, Yeryüzü’nün manyetik alanı periyodik olarak değişiyordu.

İncelenmiş olan kayaların yaşını ölçtüğümüz zaman ortaya çıkan gerçek odur ki, Yeryüzü’nün manyetik alanı 700.000 yıldır, «normal» adını verdiğimiz şimdiki halinde bulunmaktadır. Yaklaşık 1 milyon yıl önce ise 100.000 yıllık iki dönem dışında hep ters doğrultudaydı.

Son 76 milyon yıl içinde dünyanın manyetik alanının toplam olarak en az 171 kez yön değiştirdiği tespit edilmiştir. Ters yöne dönüşler arasındaki süre yaklaşık 450.000 yıl kadardır. Normal ve ters durum süreleri uzun vadede birbirine eşittir. Bununla birlikte, tersine dönüş arasındaki süreler büyük farklılıklar göstermektedir. İki tersine dönüş arasında tespit edilen en uzun süre 3 milyon yıl, en kısa süre ise

50.000 yıl olarak ölçülmüştür.

Tersine dönüş olayı nasıl gerçekleşmektedir? Kü

re üzerinde dolaştığı bilinen manyetik kutuplar Arktika'dan Antartika'ya kadar yol almakta mıdır? Bu pek olası görünmüyor. Eğer böyle bir şey gerçekleşseydi, kutuplar, iki değişim arasındaki belli bir zamanda ekvatoral bölgede bulunacaklardı. Bunun sonucu olarak da doğu-batı doğrultusunda dizili kristaller bulunacaktı ki böyle bir şeye hiç rastlanmamıştır.

Yeryüzü'nün manyetik alan şiddetinin, artıp azalarak değişiyor olması çok daha olasıdır. Manyetik alan arasıra sıfıra inmekte ve ters yönde yeniden şiddetlenmektedir. Sonra tekrar sıfıra inip öbür yönde şiddetlenmekte ve bu böyle sürüp gitmektedir. Bu, bir bakıma, güneşteki lekelerin dönüşümüne benzemektedir. Güneş lekeleri artıp azalmakta ve sonra, manyetik alana ters yönde tekrar artmaktadır.

Yeryüzü'nün manyetik alan şiddetinin değişimine neden olan şey, görünüşe göre, dünyanın merkezinde girdaplar yaratan sıvı çekirdektir. Diğer bir deyişle, sıvı çekirdek belli bir yönde önce hızlı, sonra yavaş

dönmekte ve kısa bir duruştan sonra diğer yönde dönmeye başlamaktadır.

Dönme doğrultusunun neden değiştiğini, hızm neden artıp azaldığını şimdilik söyleyebilecek durumda değiliz. Bununla birlikte, manyetik alanın kozmik ışın bombardımanını nasıl etkilediğini biliyoruz.

1820'lerde İngiliz bilimcisi Michael Faraday (1791 -

1867) «kuvvet çizgileri» kavramını ortaya attı. Bunlar, herhangi bir cismin kuzey manyetik kutbuyla güney manyetik kutbu arasında eğrisel yollar

izleyen hayali çizgilerdir. Manyetik alan içinde şiddeti aynı olan noktaları gösterirler.

Mıknatıslandırılmış bir cisim kuvvet çizgileri boyunca serbestçe hareket edebilir. Çizgileri enlemesine kesmek içinse enerji gerekir.

Yeryüzü'nün manyetik alanı, manyetik kutupları birbirine bağlayan kuvvet çizgileriyle dünyayı sarar.

Dış uzaydan gelen herhangi bir yüklü parçacık, Y er

yüzü'ne ulaşmak için bu çizgileri kesmek zorundadır.

Böyle yapınca da enerji kaybeder. Eğer başlangıçta çok küçük bir enerjiye sahipse, bu enerjisinin tümünü yitirebilir ve önündeki çizgilerin hepsini aşamaz. Bu durumda ancak bir kuvvet çizgisi üzerinde hareket edebilir. Çizgi etrafında spiraller çizerek dünyanın çevresinde dolanır.

Güneş fırtınasındaki birçok partikül için bu durum doğrudur. Yeryüzü'nün etrafında kuvvet çizgileri boyunca hareket eden pek çok elektrik yüklü parçacık vardır. Bunlar atmosferin dışında «magnetosfer»

adı verilen bir tabaka oluşturur.

Manyetik kuvvet çizgileri kutuplarda birleşir. Bu çizgileri izleyen parçacıklar atmosferin üst tabakalarına ulaşır ve burada atomlar ve moleküllerle çarpı

şarak enerji verirler. Bunun sonucu, kutup gecelerine olağanüstü güzellik veren auroralar meydana gelir.

Enerjisi yüksek olan parçacıklar, Yeryüzü manyetik alanının tüm kuvvet çizgilerini aşarlar ve yüzeye çarparlar; ama daima başlangıçta sahip olduklarından daha az enerjiyle. Dahası, bunlar kuzeye ve güneye doğru saparlar. Enerjileri ne kadar az olursa sapma o kadar fazla olur.

Kozmik ışınlar, yeryüzeyine nüfuz edebilecek kadar enerjiktir. Ama bu durumda biraz zayıflar ve yollarından saparlar. Buna «enlem etkisi» denir. Ekvator civarına çarpan kozmik ışınların yoğunluğu pek azdır. Kuzey ve güney kutbuna doğru ilerledikçe yo

ğunluk artar.

Oysa, tropikal bölgelerden kuzey ve güney kutbuna doğru gittikçe karasal canlıların yoğunluğu azalır. (Suyun koruyucu etkisi dolayısıyla denizlerdeki yaşamın yoğunluğu pek değişmez.) Sonuç olarak, kozmik ışınlar, manyetik alan tarafından yalnızca zayıflatılmakla kalmaz, aynı zamanda yaşamın daha az yoğun olduğu bölgelere saptırılırlar.

Kutuplarda son derece yoğun olan kozmik ışınlar her ne kadar canlılara müdahale etmiyor gibi görü254

nüyorsa da, bu, uzun vadede, kozmik ışınların mutajenik özelliklerinin Yeryüzü'nün manyetik alanınca zayıflatılacağı anlamına gelmez.

Yeryüzü'nün manyetik alan şiddeti azalacak olursa, dünyayı kozmik ışınlardan koruyan bu özellik zayıflayacaktır.

Manyetik alanın yön değiştirdiği dönemlerde, manyetik alanın varlığından söz edilemez.

Dolayısıyla, bu dönemlerde kozmik ışınlar yollarından sapmaz. Böylece canlıların yoğun olduğu tropikal ve ılıman bölgeler yoğun kozmik ışın akımına maruz kalır.

Manyetik alanın yön değiştirdiği böyle bir dönemde yakınlarda bir yerde süpernova patlaması

meydana gelirse ne olur? Elbette, böyle bir olayın etkileri, manyetik alanın var olduğu dönemlere göre çok daha şiddetli olacaktır. Geçmişte, manyetik alanın yön değiştirdiği bir sırada patlayan bir süpernova büyük toplu ölümlere neden olmuş mudur?

Bu pek olası değildir, çünkü pek ender olarak bir süpernova yakınımıza gelir. Ayrıca, manyetik alanın yön değiştirmesi de sık görülen bir olay değildir. İki olayın aynı zamana rastlaması olasılığı ise çok daha düşüktür. Ama, bu rastlantı yine de meydana gelebilir. Öyleyse geleceğimiz ne olacak?

Güvenilir ölçümlere göre, Yeryüzü'nün manyetik alan şiddetinin, bugün, 1670 yılma göre yüzde 15 azalmış olduğu görülüyor. Azalma bu hızla devam edecek olursa, alan şiddeti 4.000 yılında sıfıra inecektir. Y a kındaki bir süpernova patlamasına benzer herhangi bir etkenle kozmik ışınların miktarında bir artış meydana gelmese bile, 4.000 yılında insanların üzerine çarpan ışın konsantrasyonu şimdikinin hemen hemen iki katına çıkacaktır. Bunun sonucu olarak, insanlı

ğın genetik yükü önemli derecede artabilir.

Ne var ki, herhangi bir süpernova patlaması olmadıkça bu durum pek ciddi bir olay yaratmaz. Üstelik, herhangi bir süpernova patlaması da mümkün değildir. Çünkü, 4.000 yılında meydana gelebilecek en 255

olası süpernova patlaması Betelgeuse'de gerçekleşebilir. Am a manyetik alan olmasa bile, herhangi bir zarar veremeyecek kadar uzaktadır Betelgeuse.

Tabii ki, çok uzak bir gelecekte, manyetik alan değişimiyle yakın bir süpernova patlaması aynı zam ana rastlayabilir. Ama bunlar, büyük bir olasılıkla, bizi asla ansızın yakalamayacaktır. Her iki olay da çok önceden bizi uyaracaklardır ve koruyucu önlem almak için bol bol zamanımız olacaktır.

Bununla birlikte, şiddetli bir felakettir bu ve daha önce söylediğim gibi, uzay yerleşim merkezlerini, Yeryüzü'ne göre daha tehlikeli bir şekilde etkileyebilir.

B Ö L Ü M D Ö R T

D Ö R D Ü N C Ü G R U P FELA K ETLER

1 2 /Y A Ş A M MÜCADELESİ

İ r i H a y v a n la r

Özetleme yapmak için şöyle bir duralım.

Tartıştığımız üçüncü grup felaketlerden Yeryüzü'

nü gerçekten yaşanmaz hale getirecek olanı, yeni bir buzul devrinin başlaması, ya da halihazırda var olan buz tabakalarının erimesidir. Eğer bunlardan herhangi biri, doğanın normal akışı içinde gerçekleşecek olursa, bu, bir olasılıkla çok yavaş bir şekilde meydana gelecektir; kesinlikle de birkaç bin yıldan daha önce değil. Dolayısıyla, böyle bir olaya katlanılabilir, ya da denetlenebilir.

O zaman insanlık, güneşteki değişikliklerin dünyayı yaşanmaz hale getireceği ikinci gruptan bir fe laketle karşılaşıncaya dek bunu

savuşturabilir. İkinci grup felaketler arasındaki tek olasılık, birkaç milyar yıl sonra güneşin kızıl bir dev haline gelmesidir. Y ine de, denetim altına alınamasa bile böyle bir durumdan kaçmılabilir.

O zaman insanlık, evrenin tümüyle yaşanılmaz bir hale geleceği birinci gruptan bir felaketle karşılaşıncaya dek paçayı kurtarabilir. Birinci grup felaketler arasındaki en olası olay, benim düşünceme göre, yeni insanlığın geleceği

bir kozmik yumurtanın oluşmasıdır. Öyle görünüyor ki, bu olayı ne denetim altına alabiliriz ne de ondan kaçınabiliriz. Dolayısıyla, yeni bir kozmik yumurtanın oluşumu, yaşamın mutlak sonunu temsil etmektedir.

Ama bu olay belki bir trilyon yıl sonrasına kadar ger

çekleşmeyecektir ve o zamana dek teknolojinin neler başaracağını kim bilebilir...

Yine de kendimizi güvenlik içinde hissedemeyiz, çünkü evren, güneş ve dünya, günümüzdeki sevimli hallerinde kalsalar bile, yakınımızda, çok daha yakınımızda, bizi tehdit eden tehlikeler bulunmaktadır.

Diğer bir deyişle, dikkate almamız gereken dördüncü bir grup felaketler bulunmaktadır: Yaşam g e nelde sürse bile, insansal yaşamın Yeryüzü'ndeki varlığını tehdit eden felaketler.

Yaşamın genelde sürmesine karşın insansal yaşamı sona erdirecek ne olabilir?

Her şeyden önce insanlar müstesna bir türdür ve yok olmak da türlerin ortak kaderidir. Şimdiye kadar yaşamış olan türlerin en az yüzde 90'ı tükenmiştir.

Bugüne kalanların sayısı ise eskiden olduğu kadar çok değildir. Aslında pek çoğu tükenme noktasındadır.

Tükenme olgusu, çevrede meydana gelen değişikliklerden kaynaklanabilir. Türler, şu ya da bu nedenle, değişikliklerin tahribatından kurtulamazlar. Çevresel değişikliklerin bazı tiplerini tartıştık, başka çeşitlerini de tartışacağız. Bununla birlikte, tükeniş, türler arasındaki rekabetten ve bir türün diğeri üzerinde zafer kazanmasından doğabilir. Böyle bir yarışma sonucu, dünyanın pek çok yerinde memeliler, kendileriyle aynı çevrede rekabet eden daha az gelişmiş keselilerin ve monotreme'lerin yerini aldılar. Birkaç keseli ve birkaç monotreme yalnızca Avustralya'da kalabildi, çünkü bu kıta, memelilerin ortaya çıkmasından önce A sya'dan kopmuştu.

Öyleyse, bugün, başka bir tür canlı tarafından yeryüzünden silinmemiz olasılığı var mıdır? Dünyadaki tek canlı türü biz değiliz. Bilebildiğimiz kada

rıyla 350.000 bitki, 900.000 de hayvan türü bulunmaktadır. Henüz bilmediğimiz bir iki milyon tür daha bulunabilir. Bu türlerden herhangi biri bizim için ciddi bir tehlike yaratabilir mi?

Hominidlerin ilk zamanlarında böyle bir tehlike her an için mevcuttu. Çıplak dolaşan ve silah olarak yalnızca organlarını kullanan hominid atalarımız iri etçil ve hatta otçul hayvanlarla mücadele edecek durumda değildi.

İlk hominidler yiyecek olarak bitki topluyor olmalıydılar. Belki açlık dürtüsüyle arasıra küçük hayvanlar yakalama şansları vardı. İnsan büyüklüğünde ya da daha iri hayvanlarla karşılaştıkları zaman hominidlerin tek çaresi kaçmak ya da saklanmaktı.

Bununla birlikte, ilk zamanlarda bile, hominidler alet kullanmasını öğrenmeye başlamışlardı. Hominidlerin elleri, bir kemiği ya da ağaç dalını tutabilecek şekilde yapılmıştı. Dolayısıyla, hominid silahsız de

ğildi. Hayvan toynaklarını ve pençelerini silah olarak kullanabilirdi. Beyinleri büyüdükçe, taş baltalar ve taş uçlu kargılar yapmayı öğrendikçe, terazinin kefesi hominidler lehine eğilmeye başladı. Taş baltalar hayvan toynaklarından daha iyiydi, taş uçlu kargı ise pençeden...

Homo Sapien'ler ortaya çıkıp da gruplar halinde avlanmaya başlayınca, iri hayvanları alt etmek kolaylaştı. İnsanlar Buzul Çağı sırasında mamutları kolayca avlayabiliyorlardı. Aslında, mamutların ve o zamanki diğer büyük hayvanların tükenmesine in sanların avcılığı neden olmuş olabilir.

Dahası, ateşin kullanılması insanlara başka hiçbir canlının sahip olmadığı bir silah ve savunma aracı verdi. Ateşin ardındaki insan, hayvanların saldırılarına karşı güvenlik içindeydi, çünkü hayvanlar, ne kadar iri ve güçlü olurlarsa olsun ateşten uzak duruyorlardı. Uygarlığın başlamasıyla iri hayvanlar kesinlikle yenilgiye uğratıldı.

Elbette, insanlar, aslan, ayı ya da başka yırtıcı 259

hayvan tarafından kapana kısıldıklarında hâlâ çaresizdi. Bununla birlikte, tuzağa düşen tek bir insan

için ne kadar tehlikeli olursa olsun, bunlar önemsiz şeylerdi.

Uygarlığın filizlenmeye başladığı zamanlarda bile tehlikeli bir hayvanın bölgesine girm eye kararlı olan insan, bu emelini gerçekleştiriyordu; sonunda

yaralansa ya da ölse bile. Dahası, yeterince silahlanan insanoğlu spor amacıyla da yakalayıp teşhir etmek için hayvan avlayabiliyordu.

Bugün bile, hayvanlara yem olan insanlar bulunmaktadır, ama insanların toplu halde iri hayvanların tehdidi altında bulunduğu artık düşünülemez. Aslında durum tümüyle tersine dönmüştür. İnsanlık, günümüzde, pek fazla çaba göstermeden dünyadaki tüm iri hayvanları yok edebilir. Bunun içindir ki insanlar, aslında, hayvanların yok olmaması için çaba göstermelidir.

Eski zamanlarda, hayvanlara karşı bir zafer kazanıldığı zaman geriye birtakım bulanık anılar kalıyordu. Belki de hayvanların daha tehlikeli ve daha öldürücü olduğu zamanlardan kalma anılardı bunlar. Hiçbir hayvan insanların toplu çabalan karşısında tehlikeli ve öldürücü olarak tahayyül edilemeyeceği için hayali hayvanlar uyduruldu. Bunların ba-zılan çok büyük boyutlardaydı. İncil'de, file ya da suaygınna benzeyen «behemoth»dan söz edilir. Am a efsaneyi yaratanlar, bu yaratığı hiçbir hayvanın eri

şemeyeceği boyutlara vardırmıştır. Yine, bir timsahın ya da bir balinanın esinlendiği «leviathan»ı buluruz ki, o da olanaksız boyutlarda betimlenmiştir.

Incil'de insan şeklindeki devlerden de söz edilir; bunlar efsanelerde ve halk masallarında boldur. Odys-sey'de, tek gözlü Kiklop Polyphemus vardır. İngiliz halk masallarında ise «Fee fi fo füm »larıyla gençleri tehdit eden devler bulunmaktadır.

Hayvanlara gerçekte olduğundan daha öldürücü güçler verilir. Kanatlı ve ağızlarından alev püskürten 260

timsahlar ürkütücü ejderler

haline gelir. Gerçekte

ısırarak öldüren yılanlar, karşılarındaki kişileri soluklarıyla ya da bakışlarıyla öldürür. Ahtapotlar ya da mürekkep balıklan, dokuz başlı Hydras (Herkül tarafından öldürülmüştür) ve çok başlı Scylla masal-lannm doğmasına neden olmuş olabilir. Bu yaratıklardan biri de, Perseus tarafından öldürülen, saçı canlı yılanlardan meydana gelmiş Medusa'dır.

Medusa,

gözlerine bakan kişileri taşlaştırmaktadır.

Birkaç özelliğin bir araya getirilmesiyle ortaya çıkmış yaratıklar bulunmaktaydı. İnsan başlı, at gövdeli centaurlar vardı. Sonra aslan vücuduna bağlanmış kadın başlı sfenksler; kartalın ve aslanın birleşmesiyle meydana gelen griffinler; aslan, keçi ve yılanın bir araya gelmesiyle oluşan chimeralar. Bunların yanısıra iyi huylu yaratıklar da vardı: Kanatlı atlar, tek boynuzlu «unicom » lar ve diğerleri.

Hepsinin ortak özelliği, hiçbir zaman var olmamış olmalarıydı. Var olmuş olsalardı bile, Homo sapiens'e direnemezlerdi. Efsanelerde de insanlara kar

şı gelememişlerdir, çünkü kahraman, ejderhayı sonunda mutlaka öldürürdü. İnsansal devler gerçekten var olmuş olsalar bile, betimlendikleri şekilde ilkel ve zekâları gelişmemiş olduklarından bizim için bir tehlike oluşturmazlardı.

Küçük Hayvanlar

Aslında, küçük memeliler, büyüklerinden daha tehlikeli olabilir. Elbette, küçük memeliler, tek başlarına oldukları zaman, apaçık nedenlerden dolayı

daha az tehlikelidir. Küçük bir memeliyi yok etmek için az bir enerji yeter; öldürmesi kolaydır; etkin bir şekilde mücadele edemezler.

Ancak, küçük memelilerin

savaşma

eğilimleri

yoktur; kaçıp giderler. Küçük olduklarından da kolayca saklanabilirler. Saklandıkları kovuklardan ve 261

yarıklardan kolayca çıkartılamazlar. Yemek üzere avlanmadıkları takdirde de küçük oluşları onları daha da önemsizleştirir ve insan onlan kovalamaktan kolayca vazgeçer.

Ayrıca, küçük bir memeli tek başına etkileyici değildir. Küçük canlılar büyük canlılardan daha kısa ömürlü olma eğilimindedir, ama hızlı yaşamak demek, cinsel olgunluğa çabuk ulaşmak ve erkenden yavrulamak demektir. Dahası, küçük bir memeli yaratmak için iri memelilere göre daha az enerji yatırımı yeterlidir. Küçük memeli hayvanlarda gebelik süresi kısadır ve doğan yavruların sayısı da fazladır.

İnsanoğlu on üç yaşma gelinceye kadar cinsel olgunluğa erişemez; gebelik süresi dokuz aydır ve hayatı boyunca on çocuk doğurmuş olan bir kadın çok

çok başarılıdır. Eğer bir çift on çocuğa sahip olursa ve bu on çocuğun hepsi evlenip onar çocuk yaparsa ve bu böyle devam ederse, üç kuşak sonra başlangıçtaki çiftten meydana gelen insanların sayısı 1.110'u bulur.

Öte yandan, bir Norveç faresi doğduktan sekiz ya da on iki hafta sonra cinsel olgunluğa erişir. Her seferinde dört ile on iki yavru meydana getirmek

üzere yılda üç ya da beş kez doğurabilir. Böyle bir farenin ömrü yalnızca üç yıldır, ama bu süre içinde altmış yavru üretebilir. Eğer yavruların her biri de altmış yavru doğuracak olursa, üç kuşak sonra (dokuz yıl içinde) ortaya 219.630 fare çıkar.

Eğer bu fareler, bir insan ömrü olan yetmiş yıl boyunca bu şekilde üremeye devam ederlerse, son kuşakta meydana

gelecek olan farelerin

sayısı

5.000.000.000.000.000. o o o .o o o .o o o .o o o .o o o . o o o .o o o .o o o .o o o 'u bulur ve bunlann ağırlığı dünya ağırlığının yaklaşık bir milyon trilyon katı olur.

Doğallıkla, bunların hepsi yaşayamaz. Farelerin pek azı tüm potansiyellerini kullanabilecek kadar az yaşar, çünkü fareler iri hayvanların besinini meydana getirir.

Bu verimlilik, bu son derece çok ve çabuk üreme özelliği, tek bir farenin hiçbir önemi olmaması demektir. Fare katliamının belirgin bir sonucu yoktur.

Farelere karşı girişilen bir savaşta hemen hemen tüm farelerin öldürülmesine karşın, geriye kalanlar, öldürülenleri, insanı umutsuzluğa düşürecek kadar çabuk telafi ederler. Aslında, bir organizma ne kadar kü

çük olursa birey olarak önemi o kadar azdır, ama tür olarak da o kadar ölümsüz ve tehlikelidir.

Dahası, verimlilik olayı, evrim sürecini hızlandırır. Eğer herhangi bir kuşaktaki farelerin çoğu zehirlenerek öldürülürse, geriye kalanların bazıları gelişigüzel mutasyon sonucu zehire karşı direnç kazanır.

Bu direnci kazanan fareler yaşamaya devam ederler ve bu direnç kendilerinden sonra gelen kuşaklara da aktarılır. Dolayısıyla, kısa bir süre içinde, fareleri azaltmak için hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, sonuç vermez.

Bu durum, bizde, farelerin son derece zeki oldukları izlenimini uyandırır. Oysa, gerçekten zeki olmalarına karşın, fareler bu derece zeki değildir. Çünkü blzler tek tek farelerle değil, verimli bir şekilde üreyen b ir türle savaşmaktayız.

Aslında, bir türün belaları atlatarak yaşamasını sağlayan ve bu türlü başarılı yapan bir özellik varsa, bu özellik verimliliktir.

Bizler, kendi açımızdan baktığımızda, evrimin son aşamasının zeka olduğunu düşünmeye alışmışız-dır. Ama, zekanın uzun vadede verim liliği alt edip

edemeyeceği hâlâ yanıtlanamamış bir sorudur. İnsanlar, doğurganlığı fazla olmayan iri hayvanların pek çoğunu yok etmişlerdir, ama fareler konusunda en küçük bir adım bile atamamışlardır.

Nesli sürdürmekteki çok önemli bir özellik de, çok çeşitli yiyeceklerle beslenebilme yeteneğidir. Tek bir çeşit ve yalnızca tek bir çeşit yiyecekle beslenebilen bir hayvanın kısıtlı bir sindirim ve metabolizma sistemi vardır. Kendisine özel yiyeceği bol olduğu sü

rece hayvanın hiçbir beslenme sorunu olmaz. Avustralya'da yaşayan ve yalnızca okaliptüs yapraklarıyla beslenen koala, okaliptüs ağaçlan üzerinde bulundu

ğu sürece cennette yaşıyor demektir. Bununla birlikte, tek bir çeşit yiyecek, sizi koşullann insafına bırakır. Okaliptüs ağaçlarının bulunmadığı yerde koalalar da var olamaz. Okaliptüs ağaçları yok olacak olursa, koalalar da yok olur.

Öte yandan, çok çeşitli yiyeceklerle yaşayan bir hayvan talihsizliklere katlanabilir. Leziz yiyeceklerin kaybolması, daha az leziz yiyeceklerle idare etmek anlamına gelir, ama hayvan yine de geçinip gider.

İnsan türünün diğer primatlara göre daha çok serpilmesinin bir nedeni, Homo sapiens'in hem etçil hem de otçul olması, yani her türlü yiyeceği yemesidir.

Diğer primatlar ise genellikle otçuldur.

Ne yazık ki fareler de hem etçil hem otçuldur ve insanların kendilerine sağladıkları her türlü yiyeceği yerler. Bundan dolayı, insanların yaşadığı her yerde fareler de vardır. Bugün bizi en çok hangi memelinin tehdit ettiği sorulacak olursa, yanıtımız aslanlar ya da filler değil, ama fareler olacaktır.

Eğer fareler aslanlardan, ve benzeri şekilde, sığırcık kuşları kartallardan daha tehlikeliyseler, insanların hali için söylenebilecek en kötü şey odur ki, insanlar, küçük memelilere ve kuşlara karşı savaşım lannda başarılı olamamışlardır.

Ancak, farelerden ya da diğer omurgalılardan daha tehlikeli başka organizmalar da bulunmaktadır.

Boyutları küçük, doğurganlıkları fazla olan fareleri alt etmek güçse, onlardan daha küçük ve daha do

ğurgan hayvanları ne yapacağız? Örneğin, böcekleri?

Türlerinin sayısı açısından ele alacak olursanız, çok hücreli organizmalar içinde en başarılı olam böceklerdir. Böcekler öylesine kısa ömürlü ve öylesine doğurgandır ki, bunların evrimleşme hızı adeta bir patlama şeklindedir. Bilinen diğer 200.000 hayvan türüne karşılık 700.000 böcek türü bulunmaktadır.

Dahası, böcek türlerinin listesi henüz tamamlanmamıştır. Her yıl 6.000 ile 7.000 yeni böcek türü keşfedilmektedir ve büyük bir olasılıkla en az 3 milyon böcek türü bulunmaktadır.

Tüm böceklerin sayısını düşünecek olursanız inanılmaz bir sayı elde edersiniz. Yarım dönümlük nemli bir arazide, yüzlerce değişik türden 4 milyon kadar böcek bulunabilir. Şu anda dünyada milyar kere milyar böcek yaşıyor olabilir; kişi başına 250 milyon böcek demektir bu. Gezegenimizdeki böceklerin toplam ağırlığı, diğer bütün hayvanların toplam ağırlığından fazladır.

Böceklerin çoğu insanlar için zararsızdır. Olası 3

milyon tür böcekten bize zarar veren türlerin sayısı en fazla 3.000’dir. Zararlı böcekler bizim sırtımızdan geçinenlerdir: Sinekler, pireler, bit, eşek ansı, bitki kurtlan, hamamböcekleri gibi.

Bunlann bir kısmı başımızın belasıdır. Örneğin, Hindistan'da pamuk tarlalarında yaşayan ve «kırmızı pamuk böceği» adı verilen bir parazit vardır. Hindistan'da her yıl, yetişen pamuklann yansı bu böcekler tarafından tahrip edilir. «Boll weevil» adı verilen bir tür böcek Am erika'daki pamuk tarlalarında yaşamaktadır. Biz, bu böceklerle, Hintlilerin pamuk böceğine göre daha etkin bir şekilde mücadele edebilmekteyiz. Bununla birlikte, bu böceklerin verdiği zarar sonucu, üretilen pamuğun her pound'u 10 sent daha pahalıya mal

olmaktadır.

Böceklerin

tarım

ürünlerine ve insanların eşyalanna verdiği zarar, yalnızca Birleşik Devletler'de yılda sekiz milyar dolara varmaktadır.

Eski çağlarda insanlar tarafından geliştirilen silahlar, insanların en çok korktuğu iri hayvanlara yönelikti. Hedefler küçüldükçe bu silahların etkinliği azaldı. Geyikleri avlamak için ideal birer silah olan mızrak ve ok, tavşanlara ve farelere karşı sınırlı bir etkinliğe sahiptir. Çekirgeleri ve sivrisinekleri öldürmek için mızrak ve ok kullanmak ise son derece saç

madır; herhalde aklı başında olan hiç kimse böyle bir şeye kalkışmamıştır.

Topların ve tabancaların icadı ise durumda hiçbir değişiklik meydana getirmemiştir. Nükleer silahlar bile, küçük hayvanlara karşı, insanlara olduğu derecede etkin olamayacaktır.

Küçük hayvanlara karşı başlangıçta biyolojik düşmanlar kullanıldı. Köpekler ve kediler, farelerle

sıçanları öldürüyorlardı. Et yiyen küçük hayvanlar, kemirgenleri insanlardan daha iyi izliyorlardı.

Eski Mısır'da kemirgen hayvanlan öldürmek için kediler evcilleştiriliyor. (Bizler bugün kedileri bize arkadaş olmalan için besleriz.) Böylece tahıl depolan korunabiliyordu. Mısırlılar, açlıkla kediler arasında bir seçim yapmak zorundaydılar ve böylece kedileri ilahlık derecesine yükselttiler.

Böceklerin de biyolojik düşmanlan vardır. Kuşlar, küçük memeli hayvanlar ve sürüngenler böcekleri yerler. Hatta, bir kısım böcekler diğerlerini tüketirler. Uygun canavarı, uygun zamanı ve uygun ko

şulları seçebilirseniz, belli bir tür böceğin verdiği zararı önemli derecede denetleyebilirsiniz.

Bununla birlikte, eski uygarlıklar böyle bir savaş

yapabilecek durumda değildi. Aslında, bir yüzyıl önce birtakım zehirler bulununcaya dek böceklerle savaşmak mümkün değildi.

1877’de, böceklerle savaşmak için bakır, kurşun ve arsenik bileşikleri bulundu. En çok kullanılan ha

şarat ilacı, bakır asetoarsenitten yapılmış olan «Paris yeşili»ydi. Bu madde oldukça etkindi. Paris yeşili bitkilere zarar vermiyordu. Bitkiler, havadan ve topraktan aldıkları inorganik maddelerle besleniyor, güneş

ışığından aldıkları enerji ile de güç kazanıyorlardı.

Yapraklar üzerindeki zehir kristalleri bitkilerin yaşa mma herhangi bir müdahalede bulunmuyordu. Ama bu yaprakları yiyen böcekler derhal ölüyordu.

Bu tür mineral «insektisid»lerin birtakım ters etkileri vardır. Her şeyden önce, böceklerden

başka

\

hayvanlan da zehirlemektedirler; dolayısıyla da insanlan. Dahası, bu tür mineral zehirler kalıcıdır.

Yağmur yağdığı zaman yapraklardan toprağa geçerler. Toprakta, yavaş yavaş bakır ve arsenik birikmeye başlar ve bunlar sonuçta bitkinin köklerine ulaşırlar. Böylece, bu maddeler bitkileri olumsuz yönde etkiler ve toprak giderek zehirlenir. Dahası, bu mineraller insanlar üzerinde kullanılamaz. Dolayısıyla, insan vücudunda yaşayan parazitlere karşı etkisizdir.

Elbette, yalnızca böceklere zarar verecek ve toprakta birikme yapmayacak kimyasal maddeler bulmak için girişimler yapılmıştır. 1935'de, İsviçreli kimyacı Paul Müller (1889-1965) böyle bir kimyasal madde için araştırmalara başladı.

Müller, bu kimyasal

maddenin ucuza mal olmasını, kokusuz olmasını ve böceklerden başka hiçbir canlıya zarar vermemesini istiyordu. Bunun için organik bileşikleri inceledi bunların mineraller gibi toprakta kalıcı olmayacaklarını umuyordu. Müller, 1939 Eylülünde, «diklorodifeniltri-kloroetan»ı buldu. Buna kısaca DDT adı verildi. Aslında DDT bileşiği ilk kez 1874'de hazırlanmış ve özellikleri betimlenmişti, ama o zamanlar insektisid özelliği olduğu bilinmiyordu.

Daha sonra organik kökenli pek çok böcek zehi-ri keşfedildi ve böceklere karşı yapılan savaş insanların lehine döndü.

Yine de tamamen değil... Böceklerin evrimsel de

ğişiklik gücü hesaba katılmalıydı.

Rastlantı sonucu

DDT’ye ya da diğer benzeri kimyasal maddelere kar

şı direnç gösteren bir avuç böcek, hızla üreyip bu

maddelere dirençli yeni bir kuşak meydana getiriyorlardı. Ayrıca, insektisidlerin böcekleri yiyen diğer

hayvanlan da öldürmesi halinde, meydana gelen yeni kuşak böcekler, insektisidlerin kullanılmadığı zamana göre çok daha rahat serpilebiliyordu. Dolayısıyla, böcekleri denetim altında tutabilmek için insektisid konsantrasyonunu arttırmak ya da yeni maddeler kullanmak gerekiyordu,

İnsektisidler, aşın konsantrasyonlarda gelişigüzel ve yaygın bir şekilde kullanıldıkça ortaya başka sorunlar çıktı. İnsektisidler diğer canlılar için göreceli olarak zararsız olabilirlerdi, ama tümüyle değil. K im yasal maddeler genellikle hayvanların vücutlarında yok edilemiyordu. Bu yüzden ilaçlanan bitkileri yiyen hayvanların vücutlarında bu maddeler birikiyor, onlardan da bu hayvanları yiyenlere geçiyordu. Vücutta depolanan kimyasal maddeler birtakım zararlar

veriyordu. Örneğin, kuşlarda yumurta kabuğu olu

şumu mekanizmasını bozuyordu.

Amerikalı biyolog Rachel Louise Carson (1907-64), 1962'de Suskun Bahar'ı yayınladı ve bu kitabında, organik zehirlerin gelişigüzel kullanılmasının tehlikelerini vurguladı, O zamandan beri yeni yöntemler geliştirildi: Zehirleyici etkisi düşük olan ilaçlar bulundu; böceklere karşı onların biyolojik düşmanlan kullanıldı; erkek böcekler radyoaktif radyasyonla kısır-laştmldi; döllenmeyi önlemek için böcek hormonlarından yararlanıldı.

Böceklerle yaptığımız savaş genelde iyiye doğru gitmektedir. Gerçi insanların böcekleri tümüyle yok edeceklerine ilişkin bir işaret yoktur, ama savaşı kaybediyor da değillerdir. Farelere gelince, savaş ortadadır, ama insanlar fareler yüzünden büyük bir fela kete uğramayacaklardır. Böyle bir belirti bulunmamaktadır. İnsan türü başka nedenlerle anormal bir şekilde zayıflamadıkça, savaştığımız böceklerin bizi yok etmesi olası değildir.

Bulaşıcı Hastalıklar

İnsanlar için çok daha tehlikeli olan bir durum, insanların sırtından geçinen birtakım hayvanların kendisinden çok, bu canlıların bazı bulaşıcı hastalıkları yayma eğilminde olmasıdır. (') (1) Biraz sonra göreceğimiz gibi, bu tür hastalıkların ne-268

Yaşayan bütün organizmalar çeşitli hastalıklara maruz kalır. Hastalık dediğimiz şey, en geniş anlamıyla «rahatsızlık» olarak adlandırılır;

organizmanın fizyolojik ya da biyokimyasal yapısının işlevlerini yerine getirememesi demektir bu. Bu bozukluklar, zaman zaman düzeltilse bile sonunda birikir ve onarılamaz arızalar dolayısıyla ölüm olayı gerçekleşir.

Beş bin yıl yaşayan ağaçlar vardır; kimi soğukkanlı hayvanlar iki yüzyıl, kimi sıcakkanlı hayvanlar ise bir yüzyıl yaşayabilir. Ama, çok hücreli bütün canlılar için ölüm kaçınılmazdır.

Yaşamın başarılı işlevinin temel yanıdır bu. Ortaya sürekli olarak yeni kromozom kombinasyonlarına ve mutasyona uğramış genlere sahip canlılar çıkar. Bu durum, deyimi yerindeyse, organizmanın çevreye uyum sağlayabilmesi için yeni bir girişimi temsil eder. Doğallıkla, işlevlerini tamamlayan yaşlılar

sahneden çekilmedikçe, yeni canlılar rollerini gerekli bir şekilde oynayamazlar. Kısacası, türlerin yaşayabilmesi için bireylerin ölümü esastır. Bununla birlikte, bireyin yeni bir kuşak yaratmadan önce ölmemesi de esastır.

İnsan türü, bireyin ölümü dolayısıyla meydana gelecek zarara karşı, diğer küçük ve üretken türlerde olduğu gibi göreceli bir bağışıklığa sahip değildir.

İnsanlar, iri, uzun ömürlü ve yavaş üreyen canlılardır. Dolayısıyla, bireylerinin çok çabuk ölümü bir felakete neden olabilir. Bir hastalık dolayısıyla kısa bir sürede anormal sayıda insanın ölmesi, insanlığı ciddi bir şekilde etkileyebilir. Biraz aşırıya gidecek olursak, böyle bir hastalığın insan soyunu kurutacağını göz-

önüne getirmek o kadar zor değildir.

Hastalıklar içinde en tehlikeli olanları «bulaşıcı hastalıklar» adını verdiklerimizdir. Kişiyi şu ya da bu nedenle ciddi bir şekilde etkileyecek, hatta öldürecek hastalıklar vardır, ama bunlar hastayla sınırlanmış

deni, böceklerden daha küçük, daha üretken ve daha tehlikeli birtakım organizmalardır.

olduklarından insan nesline zarar vermezler. Ama bir hastalık kişiden kişiye geçer ve hastalığın bir kişide meydana gelmesi yalnızca o kişinin değil ama m ilyonlarca insanın ölmesine neden olursa, ortaya bir felaket olasılığı çıkar.

Gerçekten de, bulaşıcı hastalıklar, eski zamanlarda, insan neslini yok oluşun sınırına getirmişlerdir.

Bulaşıcı hastalıkların, en kötü durumlarda bile insanlığı tümüyle ortadan kaldıramamış olmasına karşın, bunlar uygarlıklara ciddi zararlar verebilir ve tarihin akışını değiştirebilirler.

Dahası, uygarlığın ortaya çıkmasıyla durum belki daha da kötüleşmiştir. Uygarlık demek, gelişmek ve kentleşmek demektir. Bunun sonunda da büyük kalabalıkların bir arada yaşaması demektir. Am a ağaçların sık olduğu bir ormanda yangın nasıl hızla yayılırsa, nüfusun kalabalık olduğu yerlerde de bula

şıcı hastalıklar o kadar çabuk yayılır.

Tarihteki birkaç büyük olaydan söz edelim: İsa'dan önce 431 yılında Atm alılar ve müttefikleri, İsparta ve müttefikleriyle savaşmaya gittiler. Y ir mi yedi yıl süren bu savaş Atm alıları ve önemli bir derecede de tüm Yunanistan'ı yıktı. Topraklar Ispar-talıların denetiminde olduğundan, Atina halkı duvarlarla çevrili Atina kentine doluştu. Burada güvenlik içindeydiler ve gereksinimlerini deniz yoluyla sağlayabilirlerdi, çünkü deniz Atina donanmasının dene-timindeydi. Atmalılar, çok geçmeden, büyük bir olasılıkla, yıpratma savaşıyla bir zafer kazanacaklar ve yıkılmaktan kurtulacaklardı.

Am a İsa'dan önce 430 yılında kentte veba salgını başladı ve halkın yüzde yirmisini öldürdü; Tanrısal liderleri Pericles dahil... Atm alılar savaşmaya devam ettiler, ama eski güçlerini asla toplayamadılar.

Veba salgınları, nüfusun yoğun olduğu doğu ve güney Asya'da sık sık patlak vermiş ve buralardan batıya yayılmıştır. Roma İmparatorluğu, İ.S. 166 yılında, çalışkan ve filozof bir imparator olan Marcus Au-270

relius'un yönetiminde, gücünün ve uygarlığının zirvesini yaşıyordu. Ne var ki, Küçük Asya'nın doğu sınırlarında savaşan Roma ordusu salgın bir hastalıktan kırılıyordu. (Bir olasılıkla çiçek hastalığıydı bu.) Ordu Roma'ya döndüğü zaman hastalığı da birlikte getirdi. Salgının en şiddetli zamanlarında Roma kentinde her gün 2.000 kişi ölüyordu. Nüfus giderek

azalmaya başladı ve kent, yirminci yüzyıla gelinceye dek salgın öncesi kalabalıklığına asla ulaşamadı. Roma'

nın Marcus Aurelius'dan sonra yavaş yavaş çökmeye başlamasına neden olarak pek çok şey ileri sürülmüştür, ama 166 yılındaki salgın hastalığın da payı olduğu muhakkak.

Batı kesimi Cermen kavimlerinin istilasıyla par

çalandıktan ve Roma kenti düştükten sonra, Roma İmparatorluğu, başkent İstanbul olmak üzere doğuda varlığını sürdürdü. Tahta 527'de gelen güçlü imparator Justinian I, Afrika, İtalya ve İspanya'mn bir kısmını geri aldı. İmparatorluk bir süre için yeniden toparlanmış gibi görünüyordu. Ne var ki, 541'de hıyarcıklı veba salgını başladı. Aslında fareleri öldüren bir hastalıktı bu, ama pireler aracılığıyla insanlara bulaşıyordu. Hıyarcıklı veba çabuk yayılan ve hemen öldüren bir hastalıktı. Am a bu hastalığa, vebanın çok daha korkunç bir türü olan ve insandan insana ge

çen pneumonic veba da eşlik etmiş olabilir.

Veba salgını iki yıl boyunca sürdü ve İstanbul halkının yarısını yok etti. Bundan sonra imparatorluğun kendini toparlama umudu kalmamıştı ve Bizans İmparatorluğu olarak bilinen Doğu Roma da giderek çöktü.

İnsanlık tarihindeki en korkunç salgın on dördüncü yüzyılda meydana geldi. Hıyarcıklı vebanın yeni bir türü 1330 yıllarında Orta Asya'da görüldü.

İnsanlar ölmeye başladı ve salgın amansızca yayıldı.

Sonunda hastalık Karadeniz’e kadar ulaştı. Kırım Yanm adası’nda K affa adında bir liman vardı, Cenovalılar burada bir ticaret merkezi kurmuşlardı. 1347

271

Ekiminde bir Cenova gemisi K affa’dan Cenova’ya geldi. Gemide bulunan birkaç vebalı dolayısıyla hastalık Avrupa’ya girdi ve hızla yayılm aya başladı.

Kimi kişile hastalığın daha ılımlı bir türüne yakalanıyorlardı, ama genelde hastalık çok şiddetliydi.

Buna yakalanan bir hasta, ilk bulguların ortaya çıkmasından sonra bir ile üç gün içinde mutlaka ölüyordu. Hastalığın aşırı evrelerinde vücutta meydana gelen ve kanama yapan lekeler giderek karardığından, hastalığa «Kara Ölüm» adı verildi.

Kara Ölüm denetimsiz bir şekilde yayıldı. Ortalıktan kaybolmadan önce 25 milyon kişiyi öldürmüş olduğu tahmin edilmektedir. Asya ve A frik a ’da ölenlerin sayısı ise bundan çok daha fazladır. Gezegen üzerindeki insanların üçte birini öldürmüş olabilir; belki 60 milyon kişiden daha fazla. Bu olaydan ne daha önce ne de daha sonra Kara Ölüm bu derece büyük bir felaket yaratmamıştır.

Kuşkusuz bu hastalık halk arasında büyük bir dehşet yaratmıştır. İnsanlar ortalıkta korkuyla dolaşmışlardır. Ani bir titreme ya da başdönmesi, ya da

basit bir başağnsı hastalık belirtisi olarak kabul edilmiştir. Bir kişi öldüğü zaman bile, insanlar, ölüyü gömmeden kentlerinden kaçmışlar, ama böylece de mikrobu gittikleri yerlere

taşımışlardır.

Çiftlikler

terk edilmiş, evcil hayvanlar başıboş bırakılmıştır.

Damıtma yoluyla imal edilen içkiler ilk kez 1100

yıllarında İtalya'da geliştirilmiştir. İleri sürüldüğüne göre, kuvvetli içkilerin mikroba karşı koruyucu bir etkisi vardı. Aslında bu doğru değildi, ama içki içen kişi çevresinde olup bitenlere boş veriyordu. Böylece sarhoşluk Avrupa'ya yerleşti ve salgından sonra da devam etti; gerçekteyse hiçbir zaman kaybolmadı. V e ba hastalığı, işgücüne indirdiği darbe dolayısıyla feodal ekonomiyi de altüst etti. Veba hastalığının feodalizme vurduğu darbe barutun keşfinden çok daha şiddetliydi.

Daha sonra da şiddetli veba salgınlan olmuştur.

Londra’da 1664 ve 1665 yıllarında patlak veren hıyarcıklı veba 75.000 kişiyi öldürmüştür.

Hindistan’da sık sık görülen kolera, zaman zaman patlamalar yapmış ve bir salgın halini almıştır. Avrupa, 1831, 1848 ve 1853 yıllarında öldürücü kolera salgınlarının hışmına uğramıştır. Tropikal bir hastalık olan sarı humma, denizciler aracılığıyla kuzey limanlarına taşınmış ve bu yüzden Amerikan kentlerinde zaman zaman kitle halinde ölümler meydana gelmiştir. 1905 gibi yakın sayılabilecek bir tarihte, New Orleans kentinde şiddetli bir sarı humma salgını yaşanmıştır.

Kara Ölümden sonra dünyayı en ciddi şekilde etkileyen hastalık 1918 yılında ortaya çıkan ve tüm

dünyada toplam 30 milyon insanı öldüren «İspanyol Gribi» dir. Bu hastalık sonucu yalnızca Birleşik Devletler’de 600.000 kişi ölmüştür. Bir karşılaştırma yapacak olursak, dört yıl süren Birinci Dünya Savaşı’n-da ancak 8 milyon kişi ölmüştür. Bununla birlikte, grip salgını dünya nüfusunun ancak yüzde 2’sini öldürdü ve böylece Kara Ölüm rakipsizliğini korudu.

Bulaşıcı hastalıklar insanlardan başka türleri de pençelerine alırlar; kimi zaman çok daha şiddetli bir şekilde. 1904 yılında, New York’taki hayvanat bahçesinde bulunan kestane ağaçlarında «kestane mantarı»

görüldü ve birkaç on yıl içinde Amerika ve Kanada’

daki hemen hemen tüm kestane ağaçları kuruyup gitti. Yine, 1930’da Hollanda karaağacı hastalığı New York’a geldi ve derhal yayıldı. Şu anda botanik biliminin en modern yöntemleriyle bu hastalığa karşı savaş verilmektedir, ama karaağaçlar ölmeye devam etmektedir ve sonunda kaç tane karaağacın sağ kalacağı bilinmemektedir.

İnsanlar kimi zaman hayvan hastalıklarından yararlanmaktadır da... Tavşanlar Avustralya'ya ilk kez 1859 yılında getirildi. Doğal düşmanları bulunmayan tavşanlar burada çabucak ürediler. Elli yıl içinde kıtanın her yerine öylesine yayıldılar ki, bunların sayı-

sim azaltmak konusunda insanlar çaresiz kaldılar.

Güney Amerika tavşanları arasında görülen «bulaşıcı myxamatosis» adı verilen bir hastalık kasıtlı olarak Avustralya tavşanlarına aşılandı. Daha önce bu hastalığa maruz kalmamış Avustralya tavşanları için son derece bulaşıcı ve öldürücü bir mikroptu bu. Milyonlarcası derhal öldü. Elbette hepsi yok olmadı ve ya

şamayı başaranlar bu hastalığa karşı direnç kazandılar, ama Avustralya'daki tavşan sayısı şimdilerde oldukça azalmıştır.

Bitki ve hayvan hastalıkları ekonomiyi doğrudan ve şiddetli bir şekilde etkileyebilir. 1872'de Birleşik Devletler'deki atlar arasında salgın bir hastalık baş-

gösterdi. Hiçbir tedavi yöntemi yoktu. Hastalığın sivrisinekler tarafından yayıldığını o zamanlar hiç kimse anlamadı ve hastalık kendiliğinden kayboluncaya kadar Amerika'daki atların dörtte biri öldü. Bu olay yalnızca bir mal kaybı değildir, çünkü o devirde atlar önemli bir güç kaynağıydı. Tarım ve endüstri önemli bir darbe yedi.

Bulaşıcı hastalıklar ürünleri pek çok kez tahrip etmişler ve felaketlere yol açmışlardır. «Late küfü»

1845'de İrlanda'daki patates ürününü yok etmiş ve ada halkının üçte birinin açlıktan kırılmasına ya da göç etmesine neden olmuştur. İrlanda, bugüne dek, açlık dolayısıyla yitirdiği nüfusunu

geri kazanamamıştır.

Aynı hastalık 1846 yılında Birleşik Devletler'in doğusundaki domates ürününün yarısını tahrip etmiştir.

Doğrusu, bulaşıcı hastalıklar, insanların varlığı için herhangi bir hayvandan çok daha tehlikelidir.

Böyle bir hastalığın, buzul devrinin başlamasından önce sonumuzu getirecek bir felaket yaratıp yaratmayacağını merak etmekte haklıyız.

Ne var ki böyle bir hastalığa karşı, son bir buçuk yüzyılda bu tür hastalıkların nedenleri ve savaşma yollarına ilişkin edindiğimiz bilgiler bulunmaktadır.

M ik ro o rg a n iz m a la r

İnsanlar tarih boyunca bulaşıcı hastalıklara karşı savunmasızdı. Aslında, hastalıkların gerçek nedenleri ilk ve orta çağlarda anlaşılamamıştı. İnsanlar kitle halinde ölmeye başladıkları zaman, bu olay kızgın bir tanrının şu ya da bu nedenle intikam almasına bağlanıyordu. Apollo'nun okları havada uçuştuğundan, bir insanın ölümünden bir başka insan değil de, tanrı Apollo sorumlu tutuluyordu.

İncil'de bazı salgın hastalıklardan söz edilmektedir. Her defasında da, 2 Samuel 24'de olduğu gibi, Tanrı günahkarlara öfkelenmiştir. Yeni Ahid zamanlarında hastalıkların kötü ruhlarla açıklanması son derece popüler olmuştu. İsa ve onun gibiler cinleri ve şeytanları alt edebiliyorlardı. İncil'in bu konudaki otoritesi, bu kuramın günümüze kadar sürmesine ve The Exorcist gibi filmlerin popülerlik kazanmasına neden oldu.

Hastalığın nedeni ilahi ya da şeytansı nedenlere bağlanınca, bulaşıcılık gibi basit bir olay gözden ka

çabiliyordu. Neyse ki İncil'de cüzzamlıların tecrit edilmesine ilişkin bir buyruk da bulunmaktaydı. Ama hastaların tecrit edilmesi sağlık nedenlerinden çok dinsel nedenlerdendi, çünkü cüzzamın bulaşıcılığı son derece azdı. Orta Çağlarda, diğer hastalıklara yakalananlar serbestçe ortalıkta dolaşırlarken, cüzzamlı-

lar, İncil'in emri gereği tecrit edildiler. Bununla birlikte, bu tecrit uygulaması, diğer hastalıklarla ilişkisi açısından kimi doktorların dikkatini çekti. Özellikle Kara Ölüm, karantina kavramının yaygınlaşmasına yardımcı oldu. Karantina sözcüğü, Fransızca kırk gün tecrit etmek anlamına gelen quarante sözcüğünden türemiştir.

Hastaların tecrit edilmesinin hastalığın yayılmasını yavaşlattığı görülünce, bulaşma olayının önemli bir etken olduğu anlaşıldı. Bu olasılığı ayrıntılarıyla ilk kez inceleyen kişi İtalyan doktoru Girolamo Fracas-275

toro (1478-1553) idi. 1546'da ileri sürdüğüne göre, sağlıklı bir kişinin hastalıklı bir kişiyle doğrudan temas etmesiyle ya da hastalıklı kişinin eşyalarını kullanmasıyla hastalık yayılıyordu. Fracastoro, gözle görülemeyecek kadar küçük canlıların hasta kişiden sağlıklı kişiye geçtiğini ve bu küçük canlıların kendi kendine çoğalma güçleri bulunduğunu ileri sürdü.

İlginç bir öneriydi bu, ama Fracastoro'nun kuramını destekleyecek hiçbir kanıt yoktu. Eğer bir vücuttan bir başka vücuda göze görünmeden sıçrayan canlıların bulunduğunu kabul edecek olursak, göze görünmeyen şeytanların varlığını da kabul etmek zorunda kalırdık.

Bununla birlikte, küçük canlılar göze görünmeden kalmayı başaramadılar.

Fracastoro'nun zamanında

bile merceklerin kullanılması göze yardımcı oluyordu.

1608’de mercek grupları

kullanılmaya

başlandı ve

uzaktaki cisimleri büyüten teleskop icat edildi. Kü

çük cisimleri büyütmek için merceklerde değişiklik yapılması ise fazla zaman almadı. Mikroskobu ilk kullanan kişi İtalyan doktoru Marcello Malpighi (1628-94) idi.

HollandalI Anton van Leemvenhoek (1632-1723)

büyük çalışmalar sonucu zamanının en iyi merceklerini yaptı. 1677’de bu mercekler altına koyduğu hendek sularını inceledi ve bunların içinde çıplak gözle görünmeyen ama canlılıkları asla tartışılamayacak olan organizmalar bulunduğunu gördü. Bunlar, şimdi «protozoa» adını verdiğimiz tek hücreli hayvanlardı.

Van Leeuwenhoek, 1683’de protozoalardan daha küçük yapılar keşfetti. Bunlar onun en iyi mercekleri altında bile güç bela görülebiliyordu. Am a gördü

ğü şeylerin şekillerini çizdi ve bu şekillerden anladı

ğımıza göre, bunlar en küçük hücresel canlılar olan bakterilerdi.

Van Leeuwenhoek’dan daha iyisini yapabilmek için daha iyi mikroskoplara sahip olmak gerekiyordu, 276

ama bu mikroskopların gelişimi yavaş oldu. Bakterilerin betimlemesini yapan ikinci kişi

DanimarkalI

biyolog Otto Friedrich Müller’di (1730-84).

1786’da

ölümünden sonra yayınlanan kitabında bunlar hakkında bilgiler verdi.

Bugün baktığınızda, Fracastoro’nun bulaşıcı elemanlarının bakteriler olduğunu düşünebilirsiniz, ama o zamanlar bu konuda hiçbir kanıt yoktu. Hatta Müller’in gözlemleri öylesine sınırda kalıyordu ki, bakterilerin var olduğuna ya da var olsalar bile canlı olduklarına ilişkin herhangi bir genel kanı yoktu.

İngiliz optikçisi Joseph Jackson Lister (1786-1869) 1830’da akromatik bir mikroskop geliştirdi. O zamana kadar kullanılan mercekler ışığı kırıp

gökkuşağı gibi renklerine ayırıyordu ve renkler içinde boğulan küçük cisimler belirgin bir şekilde görülemiyordu. Lister, de

ğişik türde camlardan yapılmış mercekleri bir araya getirerek renklenmeyi önledi.

Renk sorunu ortadan kalkınca küçük cisimler g a yet iyi görünmeye başladı ve Alman botanikçisi Fer-dinand Julius Cohn (1828-98) 1860'larda bakterileri

gördü ve başarılı bir şekilde betimledi. Bakteriyoloji biliminin temelleri Cohn'un çalışmalarıyla atıldı ve bakterilerin gerçekten var olduğuna ilişkin genel bir kanı yerleşti.

Bu sırada, Fracastoro'nun bulaşıcı elemanlarının varlığına ilişkin açık seçik bir belirti yokken bile, kimi doktorlar hastalıkların bulaşmasını sınırlayan birtakım yöntemler keşfettiler.

Macar doktoru Ignaz Phillipp Semmelvveiss (1818-65) doğum sırasında pek çok kadının ölümüne yol açan hastalığın doktorların kendileri tarafından ta

şındığını ileri sürdü, çünkü doktorlar otopsi yaptıktan sonra ellerini yıkamadan doğuma giriyorlardı. Sem-melweiss doktorların doğuma girmeden önce ellerini yıkamaları için uğraş verdi ve 1847'de bunun zorunlu hale gelmesini kabul ettirdi. Sonuçta doğum sırasında ölen kadınların sayısı azaldı. Ancak, profesyonel pis277

liklerinden gurur duyan ve kendilerini hakarete uğramış olarak kabul eden doktorlar bu zorunluluğa karşı baş kaldırdılar ve sonunda görevlerini yine kirli ellerle yapmaya devam etmeyi başardılar. Doğum sırasında ölen kadınların sayısı yeniden arttı, ama bu durum doktorları hiç rahatsız etmiyordu.

Fransız kimyacısı Louis Pasteur'ün (1822-95) çalışmalarıyla önemli bir dönüm noktasına gelindi. Aslında bir kimyacı olmasına karşın, çalışmaları Pasteur'ıı daha çok mikroskoplara ve mikroorganizmalara yöneltmişti. 1865'de Fransa'nın ipek endüstrisini altüst eden bir ipekböceği hastalığı üzerinde çalışmaya koyuldu. Mikroskobunu kullanarak gördü ki, ipekböceklerine ve onların yiyecekleri olan dut yapraklarına

musallat olan bir parazit mevcuttu. Pasteur'ün çözümü ürkütücü ama mantıklıydı. Bütün hastalıklı böcekler ve dut yaprakları yok edilmeliydi. Sağlıklı böceklerle üretime yeniden başlanacaktı ve böylece hastalık silinecekti. Tavsiyesi uygulandı ve olumlu sonuç alındı. İpek endüstrisi kurtulmuştu.

Bu olay Pasteur'ün ilgisini ilgisini bulaşıcı hastalıklara yöneltti.

İpekböceği

hastalığı

mikrosko-

pik bir parazitin sonucuyduysa, diğer hastalıkların nedeni de böyle olabilirdi. Böylece hastalıkların «m ikrop» kuramı kuruldu. Fracastoro'nun

görünmeyen bulaşıcı elemanları mikroorganizmalardı; genellikle de Cohn'un günışığına çıkarmış olduğu bakteriler.

Böylece tıp bilimine yarım yüzyıl önce girmiş olan bir tekniği kullanarak bulaşıcı hastalıklarla akılcı bir şekilde savaşmak mümkün oldu. İngiliz doktoru Edward Jenner (1749-1823) 1798'de, ineklerde görülen ve pek tehlikeli olmayan çiçek hastalığıyla aşılanan ki

şilerin yalnızca bu hastalığa değil, ama tehlikeli bir şekilde insanlarda görülen çiçek hastalığına da yakalanmadıklarını göstermişti. Böylece aşılama tekniği çi

çek hastalığının yaptığı tahribata hemen hemen son verdi.

Ne yazık ki, bütün şiddetli hastalıkların daha za

y ıf başka türleri yoktu. Bu yüzden, h afif seyreden türün mikroplarını aşılayarak hastalığın şiddetli olan türünü önleme imkanı yoktu. Yine de aşılama tekniği bir başka şekilde gelişti.

Pasteur birtakım hastalıkların mikroplarını buldu, bunları ısıtarak ya da başka yollarla zayıflattı ve bu zayıflatılmış mikroplan aşı olarak kullandı.

Böylece insanlarda h afif bir rahatsızlık meydana geliyordu, ama şiddetli hastalığa karşı kesin bir bağı

şıklık kazanılıyordu. Bu şekilde tedavi edilen ilk hastalık, evcil hayvanlar arasında yaygın olan şarbondu.

Alman, bakteriyologu RobertKoch (1843-1910) benzeri çalışmalan çok daha başarılı bir şekilde sürdürdü. Bakteriyel zehirleri nötralize eden antitoksinler geliştirildi.

Bu sıralarda, akromatik mikroskobu icat eden Joseph Jackson Lister'in oğlu doktor Joseph

Lister

(1827-1912) Semmehveiss'ın çalışmaları doğrultusunda yürüdü. Pasteur'ün çalışmalarını öğrendikten sonra, doktorlann ameliyatlardan önce ellerini bakterileri öldüren birtakım kimyasal maddelerle yıkamaları gerektiğini ileri sürmek için mantıklı bir neden bulmuş

oluyordu. 1867'den itibaren «ansiteptik cerrahi» hızla yayıldı.

Mikrop kuramı, birtakım sağlık tedbirlerinin alınmasının benimsenmesini de hızlandırdı: Yıkanıp temizlenmek, artıkları dikkatli bir şekilde yok etmek, yiyecek ve içeceklerin temiz tutulmasına önem vermek gibi. Alman bilimcisi Max Joseph von Pettenkofer (1818-1901) ve Rudolph Virchovv (1821-1902) bu konunun öncüleriydiler.

Bütün bunlara ilaveten, sarı hummayla sıtmanın sivrisinekler, tifüsün ise bitler tarafından taşındığı keşfedildi. Hıyarcıklı vebanın taşıyıcıları ise pirelerdi.

Hastalık taşıyan bu hayvanlara karşı önlemler alındı. Am erikalı VValter Reed (1851-1902) ve Howard Taylor Ricketts (1871-1910) ile Fransız Charles J. Nicolle (1866-1936) gibi kişiler bu konuda çalıştılar.

279

Alman bakteriyologu Paul Ehrlich (1845-1915) in sanlarda bulunan bazı bakterileri öldüren ama insanların kendilerine zarar vermeyen kimyasal maddelerin kullanılmasında öncülük etti. En başanlı keşfini 1910

yılında gerçekleştirdi: Frengiye karşı etkin olan bir arsenik bileşimi buldu.

Bu tür çalışmalar antibakteriyel ilaçların bulunmasıyla zirveye ulaştı. Alman biyokimyacısı Gerhard Domagk (1895-1964) 1935'de sulfanilamid'i, Fransız

asıllı Amerikalı mikrobiyolog

Rene

Jules

Dubos

(1901-) 1939'da antibiyotikleri buldu.

1955'de Amerikalı mikrobiyolog Jonas Edward

Salk'ın (1914-) bulduğu aşıyla çocuk felcine karşı zafe r kazanıldı.

Yine de kazanılan zafer mutlak değildir. Bir zamanlar dünyayı kasıp kavuran çiçek hastalığı ortalıktan silinmiştir. Bildiğimiz kadarıyla dünyada tek bir çiçek hastalığı vakası yoktur. Bununla birlikte, A fr ika'da, yüzde yüz ölümle sonuçlanan bazı bulaşıcı

hastalıklar bulunmaktadır ve bunların tedavisi yoktur. Dikkatle alman sağlık tedbirler bu hastalıkların yayılmadan incelenmelerine olanak vermiştir. Kuşkusuz yakında etkin önlemler alınacaktır.

Yeni Hastalıklar

Öyleyse, göründüğü kadarıyla, uygarlığım ız devam ettiği ve tıp teknolojimizde herhangi bir kesinti olmadığı sürece, bulaşıcı hastalıkların bir felaket ya ratması, hatta Kara Ölüm ve İspanyol gribi gibi salgınların meydana gelmesi artık olası değildir. Oysa, bildiğimiz eski mikropların, yeni biçimler geliştirebilme gücü vardır, İnsan vücudunda (ve yaşayan bütün organizmalarda) dışardan gelen yabancı organizmalara karşı bir savunma sistemi bulunur. Kandaki antikorlar, tok

sinleri ya da mikroorganizmaları nötralize ederler.

Akyuvarlar ise bakterilere fiziksel olarak saldırırlar.

Evrimsel süreç bu savaşımın düzenli bir şekilde sürmesini sağlar. Mikroorganizmalara karşı kendilerini daha iyi koruyan organizmalar yaşamlarını sürdürmeyi başarırlar ve sahip oldukları gücü kendilerinden sonra gelen kuşaklara aktarırlar. Ancak mikroorganizmalar böceklerden bile çok daha küçük ve üretken varlıklardır. Çok çabuk ürerler.

Belli bir türden sayılamayacak kadar çok mikroorganizmanın, hücre bölünmesiyle sürekli olarak üretiklerini düşünecek olursak, sonuçta çok sayıda mutasyon olayı meydana gelmelidir. Böyle bir mutasyon, zaman zaman, belli bir mikrobun daha bulaşıcı ve öldürücü bir hale gelmesine neden olabilir. Dahası, mutasyon olayı mikroorganizmanın kimyasal yapısını o derece değiştirebilir ki, insan vücudunun ürettiği antikorlar artık işe yaramaz olur. Sonuç, ani bir salgın hastalığın patlak vermesidir. Kara Ölüm, kuşkusuz, mutasyona uğramış mikropların bir sonucuydu.

Sonunda, hassas kişiler ölürken, göreceli olarak daha dayanıklı olanlar kurtulur ve hastalığın şiddeti azalır. Bu durumda, insanların patojenik mikroorganizmalar üzerinde kazandığı zafer sürekli midir? Ortaya yeni tür mikroplar çıkamaz mı? Çıkabilir ve çıkmaktadır da... Birkaç yılda bir ortaya yeni bir tür grip çıkmakta ve bizi rahatsız etmektedir. Bununla beraber, yeni bir tür mikrobun kendini belli etmesiyle birlikte bu mikrobun aşısı da bulunabilir. Örneğin, 1976'da bir «domuz gribi» vakası görüldüğü zaman,

kitle halinde aşılama yapıldı. Sonradan bunun gereksiz olduğu anlaşıldı, ama bu olay neler başarabilece

ğim izi göstermiştir.

Elbette, evrim ters yönde de işlemektedir. Antibiyotiklerin gelişigüzel kullanılması pek çok mikroorganizmayı öldürmüştür, ama göreceli olarak daha dirençli olanlar yaşamaya devam edebilir. Bunlar çoğalarak dirençlerini yeni kuşaklara aktarırlar ve antibi

yotikler artık işe yaramaz hale gelir. Böylece, deyimi yerindeyse, eski mikroplan öldürürken yenilerini ya ratmış oluruz. Bununla birlikte, insanlar eski antibiyotikleri daha yüksek dozda kullanarak ya da yenilerini keşfederek kendilerini savunabilirler.

Öyle görünüyor ki, hiç değilse konumumuzu koruyabiliriz. Fazla değil, iki yüzyıl önceki durumumuzu düşünecek olursak, verdiğimiz bu uğraşta önde gitti

ğimizi görebiliriz. Yine de hiç bilmediğimiz öldürücü bir mikrobun ansızın ortaya çıkıp bizi silip süpürmesi olası mıdır? Michael Crichton'un best-seller romanı The Andromeda Strain'de olduğu gibi uzaydan bir veba mikrobu gelmesi olasılığı var mıdır?

Sağgörülü olan N A S A bu olasılığı dikkate almaktadır. Diğer gezegenlere gönderilen cisimler dikkatli bir şekilde sterilize edilmektedir. Böylece, yeryüzü

mikroplarının yabancı gezegenlerin topraklarına bulaşması önlenmekte ve bu topraklar analiz edilirken karışıklık olmaması sağlanmaktadır. Yine, aydan gelen astronotları, aydan herhangi bir hastalık getirmediklerinden emin oluncaya kadar karantinaya almaktadırlar.

Ne var ki, gereksiz bir önlem gibi görünmektedir bu. Aslında güneş sisteminde dünyadan başka bir yerde mikroorganizmasal bir yaşamın bulunması olasılığı çok düşüktür. Yapılan yeni keşifler de bu olasılı

ğı giderek azaltmaktadır. Ama güneş sistemi dışındaki canlılar için ne söyleyebiliriz? Burada, ortaya, henüz tartışmadığımız, yıldızlararası uzaydan gelen yeni bir tür müdahale çıkıyor: Dış uzaydan dünyamıza gelen yabancı mikroplar.

Bu olasılığı bilimsel bir şekilde ele alan ilk kişi, İsveçli kimyacı Svante August Arrhenius'tur (1859-1927). Arrhenius, yaşamın kökeni sorunuyla ilgileniyordu. Ona göre yaşam evrende yaygın bir şekilde bulunmaktaydı ve bulaşma yoluyla bir yerden bir yere aktarılıyordu.

1908'de ileri sürdüğüne göre bakteri sporları şid-282

detil rüzgârlarla atmosferin üst tabakalarına kadar yükselebilir, hatta uzaya kaçabilirdi. Böylece, Yeryüzü (ya da üzerinde yaşam bulunan herhangi bir gezegen) uzayda yol alırken dümen suyunda birtakım sporlar bırakıyordu. Bu öneriye «panspermia» adı verildi.

Arrhenius'a göre, sporlar uzun bir süre boyunca uzayın soğukluğuna ve havasızlığına dayanabilirdi.

Radyasyon basınçlarıyla da (bugün buna güneş fırtınası diyoruz) güneş sisteminin dışına sürüklenebilirlerdi. Sonunda, bir başka gezegene ulaşırlardı. Arrhenius'un ileri sürdüğüne göre Yeryüzü'ndeki yaşam, dünyaya bu tür sporların gelmesi sonucu ortaya çıkmıştı.

Eğer durum böyleyse, panspermia olayı günümüzde de devam ediyor olamaz mı? Böylece dünyamıza gelen sporlar yeni bir hastalık yaratamazlar mı? Kara Ölüme neden olan şey uzaydan gelen sporlar olabilir mi? Yarın bir başka, hatta daha kötü bir Kara Ölüm yaratamazlar mı?

Ancak, panspermia kuramında, 1908 yılında gözden kaçmış olan önemli bir gedik vardır: Soğuktan ve boşluktan etkilenmemelerine karşın, sporlar, mor

ötesi gibi enerjik radyasyonlara karşı son derece hassastır. Uzaktaki bir gezegenden salıverilecek sporlar, gezegenin ait olduğu güneş sisteminin yıldızı tarafından tahrip edileceklerdir. Herhangi bir şekilde kurtulmayı başarsalar bile bizim gezegen sistemimize g irdikleri zaman, atmosfere ulaşmaya fırsat bulamadan çok önce güneşin morötesi ışınlarıyla yok edileceklerdir.

Yine de bazı sporlar göreceli olarak daha dirençli ya da Yeryüzü'ne ulaşacak kadar talihli olamazlar mı? Eğer durum böyleyse uzaklarda bir yerlerde, ya

şama sahip olan gezegenler bulunduğunu varsaymamıza gerek yok (Aslında, bu konudaki olasılıklar ne kadar ağır basarsa bassın, elimizde doğrudan bir ka-283

mt bulunmuyor). Yıldızlararası uzayda bulunan toz ve gaz bulutlan için ne söyleyebiliriz?

1930'larda, başlıca hidrojen olmak üzere uzayda birtakım atom serpintileri bulunduğu anlaşıldı. Y ıl-dızlararasındaki toz ve gaz bulutlarında bu serpintiler daha yoğun olmalıydı. Bununla birlikte, gökbilimciler, serpintilerin en yoğun bölgelerde bile tek tek atomlardan ibaret olduğunu

kabullendiler.

Atom

gruplarının meydana gelebilmesi için iki atomun birbiriyle çarpışması gerekiyordu ki, bu pek olası bir olay olarak düşünülmüyordu.

Dahası, atom gruplan oluşmuş olsa bile, bunların bizimle parlak bir yıldızın arasında bulunması ve bu yıldızın ışığının kendi özelliklerine tekabül eden dalga boyunu emmesi gerekiyordu. Atom gruplarının varlığını ancak böyle anlayabilirdik. Ama, bu da olası görünmüyordu.

Ne var ki, 1937'de bu koşulların yerine getirildiği görüldü ve karbon-hidrojen gruplarıyla (CH, ya da

«metiliden kökü») karbon-azot gruplarının (CN, ya da «siyanojen kökü») varlığı tespit edildi.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra radyo astronomi gelişti ve bu bilim dalı, uzaydaki atom gruplarının tespit edilmesi için güçlü bir araç oldu. Belirli atom grupları, görünen ışık aralığında, ancak karakteristikleri olan yıldız ışığını absorbe ettikleri zaman tespit edilebilir. Bununla birlikte, atom gruplarındaki tek tek atomlar dönü ve titreşim hareketleri yapar ve bu hareketleri sonucu radyo dalgalan yayarlar. İşte radyo astronomiyle bu radyo dalgaları tespit edilebiliyordu. Laboratuvar deneylerinden biliyoruz ki, farklı atom grupları kendilerine özgün dalgalar yayınlar.

Bundan dolayı, uzaydaki atom gruplan hatasız bir şekilde anlaşılabiliyordu. 1963'de en az dört radyo dalgası tespit edildi ki, bunlar oksijen-hidrojen grupla-nm n (OH, ya da «hidroksil kökü») karakteristikleriydi.

1968'e kadar yalnızca üç çeşit iki atomlu grup bi

liniyordu: CH, C N ve OH. Ve bunlar bizi hayrete dü

şürmeye yetiyordu. Hiç kimse üç atomlu bir grubun.

var olabileceğini ummuyordu, çünkü iki atomun birbirleriyle çarpışıp birleşmesinden sonra bir üçüncü atomla çarpışması olacak şey değildi.

Yine de 1968 yılında, yıldızlararası su (H.O) molekülünün bulunduğu karakteristik dalga boyu aracılığıyla tespit edildi; daha sonra da dört atomlu amonyak (N H 3) molekülü. O zamandan sonra liste giderek kabardı ve yedi atomdan oluşan atom grupları bile bulundu. Dahası, proteinlerin yapı taşı olan amino asitler kadar karmaşık moleküllerin bulunacağından da şüphenilmeye başlandı. Am a bunlar muhakkak ki tespit edilemeyecek kadar az miktarlardaydı.

Biraz daha ileri gidecek olursak, yıldızlararasındaki bulutlarda ilkel yaşam biçimleri gelişmiş olabilir mi? Bu bölgelerde, morötesi ışınlar dolayısıyla, endi

şelenmemize gerek de yok, çünkü hem yıldızlar bulutlardan çok uzaktadır, hem de bulutlar kendileri koruyucu bir şemsiye görevini görürler.

Bu durumda, Dünya bulutlar arasından geçerken bu mikroorganizmalardan birkaçını yakalayabilir mi?

(Toz bulutları mikroorganizmaları güneşin morötesi ışınlarından da koruyacaklardır). Bu mikroorganizmalar tümüyle yabancı ve savunmasız olduğumuz bazı hastalıklar yaratıp hepimizi yok edebilir mi?

Gökbilimci Fred Hoyle bu konuyla çok yakından ilgilendi ve kuyrukluyıldızları ele aldı. Kuyrukluyıldızların, tıpkı yıldızlararası bulutlar gibi ama çok daha yoğun bir şekilde atom grupları içerdiği bilinmektedir.

Bunlar güneşe yaklaştıkları zaman çok

miktarda toz ve gaz bulutu salarlar ve bu toz ve gaz bulutu, güneş fırtınası dolayısıyla uzun bir kuyruk oluşturur.

Kuyrukluyıldızlar, dünyaya, toz ve gaz bulutlarından çok daha yakındır ve dünyanın bir kuyrukluyıldızın kuyruğundan geçmesi olasılığı da daha yüksek

tir. Evvelce söylediğim gibi, dünya 1910 yılında Halley kuyrukluyıldızının kuyruğundan geçmiştir.

Bir kuyrukluyıldızın kuyruğu öylesine seyreltiktir ki, Yeryüzü'nün hareketini bozmak ya da atmosferi kirletmek gibi bir zarar vermez. Bununla birlikte, kapabileceğimiz birkaç mikroorganizma Yeryüzü'nde

çoğalıp belki de mutasyona uğradıktan sonra bizi öldürücü bir şekilde etkileyebilir mi?

Örneğin, 1918'deki İspanyol gribi Halley'in kuyruğundan geçmiş olmamızın bir sonucu muydu? Di

ğer salgın hastalıklar da böyle mi meydana gelmişti?

Eğer durum böyleyse, gelecekte bir kuyrukluyıldızın kuyruğundan geçtiğimiz zaman, şimdiye kadar meydana gelmiş olan hastalıklardan çok daha şiddetlisine yakalanıp yok olabilir miyiz?

Aslında bütün bunlar son derece olanaksız görünüyor. Yıldızlararası bulutlarda ve kuyrukluyıldızlarda, canlı olabilecek kadar karmaşık bileşikler bulunsa bile, bunların insanlara darbe vurabilmek için gerekli olan niteliklere sahip olabilme olasılığı nedir?

Unutmayın ki, tüm mikroorganizmaların çok az bir kısmı patojenik ya da hastalık yapıcıdır. Bunların da çoğu ancak belli birtakım organizmalara zarar vermekte, diğer canlılar için tümüyle zararsız kalmaktadır.

(Örneğin hiçbir insanın

Hollanda karaağacı

hastalığına yakalanmaktan korkmasına gerek yoktur.) Bütün bunların yanı sıra, bir mikroorganizmanın belli bir canlıya zarar verebilmesi için, bu canlıya uyum sağlaması gerekir. Rastlantı sonucu uzayın derinliklerinde ya da bir kuyrukluyıldızda üremiş olan yabancı bir mikroorganizmanın kimyasal ve fizyolojik olarak mükemmel bir parazit şeklinde

insana

adapte olması su götürür.

Yine de yeni ve umulmadık bir bulaşıcı hastalık tehlikesi tümüyle savuşturulmuş değildir. Zaman zaman geri dönüp bu sorunu değişik açılardan ele alacağız.

13/ZEKALARIN ÇATIŞMASI

İnsan Dışı Zeka

Bundan önceki bölümde, insanlara diğer canlılardan gelebilecek tehlikeleri tartıştık ve bu konuda insanların diğer canlılar karşısında zafer kazanmış olduğunu ya da en kötü durumda bile güçler mücadelesinde dengeyi koruduğunu gördük. Güçler mücadelesinin dengede olduğu durumlarda bile, gelişen teknoloji ve uygarlık başka nedenlerle zayıflamadıkça, insanların başka canlılar tarafından yenilgiye uğratılması kesinlikle olanaksız görünmektedir.

Bununla birlikte, insanlığı silmelerine şans tanımadığımız canlıların ortak bir noktası vardır.- Bunlar Homo Sapiens'in zeka düzeyinde değildir.

Koca bir karınca ordusunun tek bir insanı alt etmesi ya da veba basillerinin milyonlarca insanı yok etmesi gibi, insan olmayan canlıların insanlık karşısında kazandığı kısmî zaferlerde bile, ortaya çıkan tehlike,

saldırganların esnek olmayan otomatik davranışlarının sonucudur. Bir parça soluk alma fırsatı bulan insan derhal karşı saldırıya geçecektir. Bugüne dek, bu karşı saldırılar sonucu ya düşman yok edilmiş

ya da, hiç değilse, denetim altına alınmıştır. Gelecekte de daha kötü bir durumun meydana gelmesi söz konusu değildir.

Bununla birlikte, karşıkarşıya geldiğimiz organizmalar bizim kadar, hatta bizden daha zeki olsalardı ne yapardık? Bu durumda yok olma tehlikesiyle yüz-yüze gelmez miydik? Evet, ama bizimle aynı zeka düzeyinde olan bu canlıları Yeryüzü'nün neresinde

bulabiliriz?

En zeki hayvanlar bile — Fil, ayı, köpek, şempanze, goril— bizim düzeyimizde değildir. Eğer insanoğlu sahip olduğu teknolojiyi acımasız bir şekilde kul-lansaydı hiçbiri bizim karşımızda duramazdı.

Beyni, zekanın fiziksel bir göstergesi olarak kabul edersek, ortalama 1,45 kilogram olan insan beyni, geçmişte ya da şimdi var olan beyinlerin hemen hemen en büyüğüdür. Yalnızca fil ve balina gibi dev memeliler bizi bu konuda geçerler.

En büyük fil beyni 6 kilogram ya da insan beyninin dört katı kadar ağır olabilir. En büyük balina beyni ise bütün zamanların rekoru olarak 9 kilogram kadardır; ya da insan beyninin altı katından daha fazla.

Ne var ki, bu beyinler, insan beynine göre daha büyük bir gövdeyi denetlemek zorundadır. En iri fil beyni insan beyninin dört katı olabilir, ama filin ağırlığı insan ağırlığının belki 100 katıdır. İnsan beyninin her bir kilogramı insan vücudunun 50 kilogramını yönetirken, fil beyninin her bir kilogramı fil vücudunun 1.200 kilogramını yönetmek durumundadır. En büyük balinalarda ise, beynin her bir kilogramı gövdenin en az 10.000 kilogramını yönetmek sorunuyla karşı kar

şıyadır.

Vücudun koordinasyonunu sağlamak için harcanan çaba çıkartıldıktan sonra, soyut düşünceyi geliştirebilmek için filin ya da balinanın beyninde çok küçük bir bölge kalmaktadır. Bu bakımdan, insanoğlu Asya filinden de ispermeçet balinasından da çok daha zekidir.

Elbette, bazı canlı gruplarında, gövdenin küçülmesiyle birlikte beyin-vücut oranı da azalma göstermektedir. Dolayısıyla, bazı küçük maymunlarda (ve bazı sinekkuşlarında) beynin her bir gramı vücudun topu topu 17,5 gramını yönetmek durumundadır. Bununla birlikte, bu beyinlerin mutlak ağırlığı o kadar küçüktür ki, düşünme yeteneğine sahip olacak karmaşık yapıdan yoksundurlar.

Dolayısıyla, insanoğlu mutlu ortalamayı yakalamıştır. Bizimkinden çok daha büyük bir beyne sahip olan bir yaratık vücutça da bizden çok daha büyük olmakta ve bizimle karşılaştırılabilecek bir zekaya eri-288

şememektedir. Tersine, beyni vücuduna oranla büyük olan bir canlının beyni ise mutlak değerce küçük kalmakta ve yine bizimkiyle karşılaştırılabilecek bir zeka geliştirememektedir.

Bu durumda insan benzersiz kalmaktadır. Balinalarda ve onların akrabalarında gövdenin küçülmesiyle birlikte beyin-gövde oranı artma gösterir. Peki bu grubun daha küçük üyeleri hakkında ne söyleyebiliriz? Kimi yunuslar insandan daha iri değildir, buna karşı beyinleri insan beyninden daha iridir. Alelade yunusların beyinleri 1,7 kilogram çeker ve insan beyninden 1/6 kat daha ağırdır. Bu hayvanların beyinlerindeki kıvrım lar da fazladır.

Öyleyse yunus balığı insandan daha zeki olabilir mi? Şurası kesindir ki, yunuslar hayvan olarak son derece zekidir. Karmaşık bir iletişim yolları vardır, birtakım hünerlere sahiptirler. Ne var ki, denizsel ya

şam koşullan, suda hızlı hareket edebilmeleri için onlara mekik şekli vermiştir, Dolayısıyla, insanlann elleri gibi tutmaya yarayan organlardan yoksundurlar. Aynea, suyun özelliği gereği ateş yakmak olanaksız olduğundan yunuslar teknoloji geliştirememişlerdir. Her iki nedenden dolayı yunuslar, insanlann bildiği anlamda bir zeka gösterememektedir.

Elbette yunuslar derin bir filozofik zeka geliştirmiş olabilir. Onların iletişim sistemlerini anlayabilmiş

olsaydık, onlann düşünsel yapılarının belki de insanlarınkinden daha gelişmiş olduğunu görebilirdik. Bununla birlikte, bu kitapta bu konuyu incelemek yersiz kaçacaktır. Ele ve teknolojiye sahip olmadıklarından

yunuslar bizimle rekabet edemezler; herhangi bir tehlike de yaratmazlar. Aslında, insanlar kafalarına koyacak olurlarsa (umarım böyle bir şey hiçbir zaman gerçekleşmez) balina ailesini tepeden tırnağa tümüyle yok edebilirler.

Bununla birlikte, bazı hayvanların gelecekte zekaca son derece gelişip bizi yok etmeleri mümkün müdür? İnsanlar teknolojilerini korudukça pek de-insanlığm geleceği

289/19

ğil... Evrim büyük sıçramalarla değil, ürkütücü bir yavaşlıkla ilerler. Herhangi bir hayvan türü zekasını ancak yüz binlerce, hatta milyonlarca yılda geliştirebilir. İnsanların böyle bir gelişimin farkına varmaları için bol zamanlan bulunacak (belki bu arada kendi zekalan daha da gelişir) ve gelişen zekanın kendileri için tehlike meydana getirdiğini fark edince bu canlıları yok edeceklerdir.

Ama bu durum ortaya bir başka sorun çıkarmaktadır. Zeki rakiplerimiz ille de Yeryüzü'nde mi ortaya çıkacaktır? Daha önce, dünyamıza uzaydan birtakım cisimler gelmesi olasılığından söz ettim: Yıldızlar, kara delikler, antimadde, asteroidler, toz ve gaz bulutları, hatta mikroorganizmalar. Am a geriye bir olasılık daha kalıyor: Yeryüzü'ne başka dünyalardan zeki yaratıklar gelmesine ne dersiniz? Bunlar bizimkinden daha ileri bir teknolojiyi kullanacak kadar zeki olamazlar mı? Bizim şempanzeleri kolayca yok edebilece

ğimiz gibi bunlar da bizi kolayca yok edemezler mi?

Böyle bir şey şimdiye dek görülmemiştir ama gelecekte gerçekleşemez mi?

Bu hiç de tümüyle kulak ardı edilebilecek bir olasılık değildir. Dünya Dışı Uygarlıklar adlı kitabımda, galaksimizdeki 390 milyon gezegende teknolojik uygarlığın bulunabileceğine ilişkin nedenler ileri sürdüm. Bu uygarlıkların hemen hepsi teknolojik açıdan bizden çok ilerde olabilir. Eğer durum böyleyse, bu tür uygarlıklarla aramızdaki ortalama uzaklık 40 ışık yılı kadardır. O halde önümüzde bizi bekleyen bir tehlike var mıdır?

Kendimizi güvenlik içinde hissetmemiz için en iyi neden, bildiğimiz kadarıyla, geçmişte böyle bir olayın asla gerçekleşmemiş olmasıdır. Yeryüzü, 4,6 milyar yıllık ömrü boyunca kendi yolunda yalnız başına yol almıştır. Geçmişte bu kadar uzun bir süre herhangi bir müdahaleyle karşılaşmamışsak, gelecekte de böy le bir müdahaleye uğramayacağımızı varsaymak man tikli değil midir?

Elbette, birtakım mantıksız ya da bağnaz kişiler, Yeryüzü'nün dünya dışı zekalarca zaman zaman ziyaret edildiğini ileri sürmüşlerdir. Bu kişiler, bilimsel verilerden habersiz kalabalıklar arasında kendilerine coşkun taraftarlar bulmuştur. Uçan daire masalları ve Erich von Daeniken'in eski astronotlar varsayımı bilimden habersiz kişiler arasında heyecan yaratmıştır.

Bununla birlikte, ne şimdi ne de geçmişte, dünya dışı zekaların bizi ziyaret ettiğine ilişkin hiçbir sav bilimsel kuşkuculuk arasında direnememiştir.

Bağnazların bu konudaki savlan kabul edilse bile, bu ziyaretler herhangi bir tehlike yaratmamıştır. Aslında, dünyayı etkilemiş olduklarına ilişkin hiçbir işaret

yoktur.

Akılcı düşünceye bağlanacak olursak, Yeryüzü'

nün tüm geçmişi boyunca herhangi bir müdahaleyle karşılaşmadığım kabul etmek zorunda kalırız ki bunun nedenlerini sormamız gerekir. Genel olarak üç neden ileri sürülebilir:

1. Kitabımda hu konu üzerinde yaptığım çözümlemelerde yanlış bir nokta olabilir ve aslında evrende bizimkinden başka hiçbir uygarlık yoktuk 2. Uygarlıklar var olsa bile aralarındaki uzaklık birbirleriyle ilişki kurmalarını engelleyecek kadar büyük olabilir.

3. Aradaki uzaklık fazla olmasa ve başka uygarlıklar dünyamıza ulaşıyor olsalar da, herhangi bir nedenle bize gözükmekten kaçınıyorlardır.

Bu olasılıklardan birincisi pek çok gökbilimci tarafından kuşkuyla karşılanmaktadır. Galaksimizdeki üç yüz milyar yıldız arasından yalnızca bizim güneşimizin üzerinde yaşam kaynayan bir gezegene sahip olması olasılığında düşünsel bir tatsızlık yatmaktadır.

Bizim güneşimiz gibi pek çok yıldız bulunduğundan, bir gezegen sisteminin oluşması kaçınılmaz görünmektedir. Uygun bir gezegen üzerinde yaşamın meydana gelmesi de kaçınılmazdır. Yine, yeterince zaman 291

verildiğinde, zekanın ve uygarlığın evrimleşmesi de kaçınılmazdır.

Tabii, milyonlarca uygarlığın meydana gelmiş olmasına karşın bunlar fazla uzun ömürlü

olmayabilir. Bizim şimdi içinde bulunduğumuz durum bu düşünceyi tatsız bir şekilde desteklemektedir. Yine de, her uygarlık sonunda kendisini mutlaka yok edecektir diyemeyiz. Kimi uygarlıklar sürüyor olmalı.

Üçüncü neden de

kuşkuyla karşılanmaktadır.

Eğer uygarlıklar arasındaki mesafeyi katefcmek mümkünse, keşif yapmak ve bilgi toplamak için kesinlikle birtakım uzay yolculukları yapılacaktır.

Galaksi

15 milyar yıl yaşında olduğuna göre, uzun süre ayakta kalmış ve üst derecede bir bilimselliğe erişmiş bazı uygarlıklar bulunmalıdır.

Uygarlıkların çoğu kısa ömürlü olsa bile, ömrü uzun olanlar terkedilmiş gezegenleri kolonileştirip bir

«yıldız imparatorluğu» kurmuş olmalıdır. Güneş sistemimizin böylesi bir imparatorluğun gözcü gem ileriyle incelenmiş olması da kaçınılmaz görünmektedir.

Uçan dairelere inananlar, savlarını bu mantıksal temel üzerine oturtuyor olabilir. Am a eğer uçan daireler gezegenimizi keşfetmek isteyen yıldız imparatorluklarının gözcü gemileriyse neden bizimle ilişki kurmasınlar? Bizim gelişmemize müdahale etmek istemiyorlarsa neden kendilerinin görülmesine izin veriyorlar? Yok eğer bizimle ilgilenmiyorlarsa neden çevremizde uçuşup duruyorlar?

Bütün bunların yanı sıra, neden daha önce değil de tam teknolojimizin geliştiği şu sıralarda dünyamıza geldiler? Milyonlarca yıl önce, yaşamın ilkel bir evresinde dünyamıza gelmiş, gezegenimizi kolonileştirmiş ve kendi uygarlıklarının bir ileri karakolu haline getirmiş olamazlar mı? Bütün bunların gerçekleştiğini gösteren hiçbir belirti yoktur ve herhangi bir kanıt elde edinceye kadar yapılacak en akıllıca iş, şimdiye dek hiç ziyaret edilmemiş olduğumuzu kabullenmektir.

Böylece geriye ikinci neden kalıyor. Kırk ışık yılı uzaklık bile muazzam bir mesafedir. Işığın boşluktaki hızı, herhangi bir partikülün ya da mesajın iletilebileceği maksimum hızdır. Gerçekte, kütlesi olan par

çacıklar ışık hızından daha düşük hızlarla yol alır.

Uzay gemisi gibi cüsseli cisimler ise, teknoloji düzeyi ne denli gelişirse gelişsin, ışık hızına göre çok yavaş

hareket eder. (Elbette ışık hızından daha yüksek hızlarla yolculuk edilebileceğine ilişkin spekülasyonlar yapılmaktadır, ama bunlar henüz açık seçik olmadı

ğından, böyle bir durumun bir gün gerçekleşebilece

ğini varsaymaya hakkımız yoktur.) Bu koşullar altında en yakındaki uygarlığa varmak birkaç yüzyıl alacaktır; fetihler yapmak için büyük seferler düzenlenmesi olası görünmemektedir.

Uygarlıkların, yeterince geliştikleri zaman, uzaya açılabileceklerini, kendilerine yeten uzay merkezleri kurabileceklerini hayal edebiliriz. Uzay merkezlerine hareket etme düzenekleri yerleştirerek bunların evrende yolculuk etmeleri sağlanabilir. Uzayda halen yüzlerce ya da binlerce, hattâ milyonlarca değişik uygarlıktan gelen bireylerle dolu böyle yaşam merkezleri bulunabilir.

Bu gezgin uzay yerleşim merkezlerindeki insanlar, bir zamanlar okyanuslardan karalara geçen canlıların kendilerini karasal iklime uyarlamaları gibi uzay koşullarına uyarlanabilir. O zaman uzay yerle

şim merkezlerindeki canlıların gezegenlerin yüzeylerine inmesi insanların bugün okyanusların dibine inmesi kadar güç olabilir.

Öyleyse, dünyamızın uzaydaki canlılar tarafından ele geçirilmesi konusu bilimkurgu yapıtlarınca her ne kadar dramatik olarak işleniyor olursa olsun, görebildiğimiz kadarıyla gelecekte böyle bir felaketin meydana gelmesi mantıklı görünmemektedir.

A yn ca varlığım ızı sürdürür ve teknolojik uygarlığımızı geliştirmeye devam edersek, kendimizi uzaydan gelecek yabancılara karşı daha güçlü bir şekilde savunabiliriz.

Savaş

Bu durum insanlığı tek bir zeki türle karşı karşıya bırakıyor: İnsanlığın kendisi. Bu da yok olmamız için yeterli olabilir. Eğer insanlık dördüncü gruptan bir felaketle yok olacaksa, insan türü bunu gerçekleştirebilir.

Bütün canlılar yiyecek, seks ve güvenlik için birbirleriyle rekabet eder; bu gereksinimler bireyleri aştığı zaman didişmeler ve dövüşmeler olur. Bu didişmeler genellikle ölümle sonuçlanmaz, çünkü yenilen birey çoğu kez kaçar, kazanan da bir anlık zaferle yetinir.

Yüksek bir zeka düzeyinin bulunmadığı yerde şimdiki zaman dışında kaygı duyulmaz; gelecekte o rtaya çıkabilecek mücadelenin değeri anlaşılmaz, geçmişteki öfkeler ve yaralar anımsanmaz. Zeka düzeyi arttıkça anımsama ve geleceği görme yeteneği de ka

çınılmaz olarak artar ve öyle bir noktaya gelinir ki, kazanan birey o andaki üstünlüğüyle yetinmez ve gelecekte kendisine bir sorun çıkarmaması için rakibini öldürmenin avantajlarını görür.

Yine öyle bir

noktaya gelinir ki, yenik düşen birey intikam alm anın yollarını arar ve teke tek mücadelenin kendisi için kaçınılmaz olarak yenilgiyle sonuçlanacağı durumlarda zafer kazanmak için başka yollar araştırır.

Kısacası, insanoğlu, diğer türlerden daha vahşi ya da daha kötü olduğu için değil de daha zeki oldu

ğu için savaşır.

Tabiatıyla insanlar yalnızca tırnaklarıyla, yumruklarıyla ya da ayaklarıyla savaşmak zorunda kaldıkça savaşların ölümle sonuçlanması pek beklenemez. Topu topu birtakım yara bereler meydana gelir ki bu durumda, savaşmanın vücut sağlığı için yararlı olabileceği bile düşünülebilir.

Güçlük, insanların savaşmak için birtakım aletler geliştirmesinde yatmaktadır. Savaşçıların, sopalar, taş

baltalar, taş uçlu kargılar ve taş uçlu oklar savurma-294

sıyla savaşlar giderek kanlandı. Metalürjinin gelişmesi işleri daha da kötüleştirdi. Taşın yerini ondan daha sağlam ve sert olan bronz, bronzun yerini de daha sert ve dayanıklı olan demir aldı.

İnsanlık yalnızca yiyecek toplamak için dolaşan sürülerden ibaret olduğu sürece, elbette çatışmalar kısa sürüyordu. Gördüğü zarar dayanılmaz derecede büyük olunca taraflardan biri kaçıp gidiyordu. Toprakları fethetmek gibi bir düşünce yoktu, çünkü toprak fethedilecek kadar değerli değildi. İnsanlar belli bir yerde uzun süre kalmıyorlardı; yine yiyecek kaynakları bulmak için sürekli dolaşmak gerekiyordu.

İsa'dan önce 7000 yılında son Buzul Çağı çekildi

ği zaman önemli bir değişiklik meydana geldi. İnsanlar alet olarak hâlâ taşları kullanıyorlardı. Bu sırada Orta Doğu'nun çeşitli bölgelerindeki insanlar, gelecekte kullanmak için yiyecek toplamayı öğreniyorlardı.

İnsanlar, koyun, keçi, domuz, sığır ve kümes hayvanları gibi hayvanlan evcilleştirip bunların yün, süt, yumurta ve etlerinden yararlanıyorlardı. Düzenli bir şekilde idare edildiği takdirde bu ürünlerin yok olması gibi b ir sorun yoktu, çünkü hayvanlar tüketildiklerinden daha büyük bir hızla üretilebiliyordu.

Hayvanlann evcilleştirilmesinden daha önemli bir olay tarımın gelişmesiydi; insanlar bilinçli olarak tahıl, sebze ve meyve yetiştiriyorlardı. Böylece

ürünlerin miktarı ve çeşitleri giderek arttı.

Hayvancılığın ve tanmın gelişmesi sonucu insanlar daha kalabalık nüfusları beslemeye başladılar. Bu gelişmelerin gerçekleştiği bölgelerde nüfus patlamaları meydana geldi.

Hayvancılığın ve tarımın gelişmesinin ikinci bir sonucu olarak toplum statik bir hale geldi. Hayvan sürüleri insan kabileleri gibi bir yerden bir yere kolayca aktanlamıyordu, ama toplumun statik hale gelmesinin temel nedeni tarımdı. Çiftlikler oradan oraya taşınamazdı. Böylece toprak ve mülkiyet değer ka-295

zandi; mal mülk varlığına dayanan sosyal statünün önemi birdenbire arttı.

Hayvancılığın ve tarımın gelişmesinin üçüncü bir sonucu işbirliğinin ve uzmanlaşmanın önem kazanmasıydı. Avcılıkla geçinen bir kabile kendi kendisi için yeterliydi ve

uzmanlaşmanın payı azdı. Çiftçi toplumu ise işbölümünü gerektiriyordu; sulama kanadan inşa etmek, hayvan sürülerini dağılmaktan ya da saldırganlardan (insan ya da hayvan) korumak için ayn ayn insanlar gerekiyordu. Bir hendek kazıcısı ya da bir çoban için başka bir iş yapmaya zaman kalmıyordu. Ama bu insanlar emeklerini yiyecek ve diğer gereksinimleriyle takas ediyorlardı.

Ne yazık ki işbirliği her zaman tatlı bir şekilde gerçekleşmez; bazı işler diğerlerinden daha zor oldu

ğundan daha az arzu edilir. Bu sorunu çözmenin en kolay yolu bir başka insan topluluğuna saldırmak, birkaçını öldürdükten sonra geri kalanları angarya işe zorlamaktır.

Başkalarından gelebilecek saldırılara karşı koya bilmek için çiftçiler ve sürü sahipleri bir araya gelmeye ve topraklarını duvarlarla çevirmeye başladılar.

Duvarlarla çevrili bu kentlerin ortaya çıkması uygarlığın başlangıcını işaret eder.

İ.Ö. 3500 yıllarında kentlerde karmaşık toplumsal organizasyonlar oluştu. Artık pek çok kişi ne tarımla ne de hayvancılıkla uğraşıyordu. Am a bunlar çiftçiler ve sürü sahipleri için gerekli birtakım işlevleri yerine getiriyorlardı.

Böylece ortaya profesyonel askerler, zanaatçiler ve yöneticiler çıktı. Bu sıralarda metallerin kullanımı da başlamıştı. İ.Ö. 3000 yılından kısa bir süre sonra Orta Doğu'da yazı icat edildi. H afızalardan kolayca silinen bilgilerin daha uzun bir süre saklanabilmesi için kurulmuş bir simge sistemiydi bu.

Böylece tarih çağları başladı.

Kentler bir kez gelişince (şehir devletleri) çevre bölgelerdeki çiftlikleri ele geçirmek için yapılan sa

vaşlar daha iyi organize edildi, daha kanlı ve kaçınılmaz oldu.

İlk şehir devletleri ırmak yatakları boyunca inşa edildi. Irmaklar hem ticareti hem de sulamayı kolaylaştırıyordu. Bir ırmağın ancak kısa bir bölümüne sahip olmak, birbirlerinden sürekli kuşkulanmak, şehir devletlerinin ırmaktan ticaret ve sulama yoluyla sağladığı yararı azaltıyordu. Ortak çıkarlar için ırmağın tek bir politik güç tarafından denetlenmesi gerekiyordu.

Sorun, hangi şehir devletinin egemen olması gerektiğinden kaynaklanıyordu. Çünkü, bildiğimiz kadarıyla, alınacak kararlarda herkesin pay sahibi olacağı federal bir birlik kurma düşüncesi kimsenin aklına gelmiyordu. Ayrıca, o zaman için pratik bir çözüm olmayabilirdi bu. Egemenliğin hangi şehrin elinde bulunacağı genellikle savaşların sonucuna bağlı kalıyordu.

Belli bir ırmağın büyük bir kesiminde egemenlik kurduğunu bildiğimiz ilk kişi Mısır firavunu Narm er'dir.

(Bu isim Yunanlıların kayıtlarında Menes olarak geçer.) Narmer, yaklaşık olarak İ.Ö. 2850 yıllarında Birinci K rallığı kurdu ve Aşağı N il vadisinin tümüne hükmetti. Bununla birlikte, elimizde yaptığı fetihlerin ayrıntılı bir öyküsü yok. Sahip olduğu egemenlik kendisine miras ya da diplomasi yoluyla geçmiş olabilir.

Kesin olarak bildiğimiz ilk fatih, yaptığı savaşlar sonucu iktidara gelen ve geniş bir bölge üzerinde egemenlik kuran ilk kişi Sümer kenti Agade kralı Sargon'dur. Bu adam yaklaşık İ.Ö. 2334 yılında iktidara geldi ve İ.Ö. 2305 yılında ölünceye dek tüm Mezopotamya vadisini denetimi altına aldı. İnsanlar savaş

kazanan kişilere genellikle değerli insan gözüyle baktığından bu krala Büyük Sargon adı verildi.

Uygarlık adını verdiğimiz gelişme, İ.Ö. 2500 yıllarında A frik a ve Asya'da bulunan dört vadide temelli bir şekilde yerleşti. Bunlar, Mısır'daki Nil, Irak'taki 297

Mezopotamya, Pakistan'daki İndus ve Çin'deki Huang-Ho vadileriydi.

Uygarlık, fetihler ya da ticaret dolayısıyla, buralardan dört bir yana yayıldı; Atlantik Okyanusundan Pasifik Okyanusuna dek. Bu bölgenin boyutları doğudan batıya 13.000, kuzeyden güneye ise 800 ile 1.600

kilometre kadardı. Uygarlığın o zamanlar yerleştiği toplam alan 10 milyon kilometre kare kadar bir yer tutar; gezegenimizdeki karasal alanların 1/12'sidir bu.

Dahası, teknoloji geliştikçe ve üretilen malların daha uzak bölgelere nakledilmesi kolaylaştıkça, politik birimler de büyüme eğilimi gösterdi. İ.S.

200 yılında, dünyanın uygarlaşan kesimi hemen hemen eşit yüzölçümlerine sahip dört büyük bölgeye ayrıldı.

Uzak batıda Akdeniz'i bir göl haline getiren Roma İmparatorluğu bulunuyordu.

Bu imparatorluk

İ.S. 116 yılında en geniş konumuna ulaştı ve 400 yılına kadar bu durumunu korudu. Bunun doğusunda, şimdi Irak, İran ve Pakistan'ın bulunduğu bölgede Pers İmparatorluğu kuruldu. Bu imparatorluk 226 yılında, Sasani sülalesinin kurucusu olan I. Adhasir'in iktidara gelmesiyle büyük bir güç kazandı. Persler, yaklaşık 550 yıllarında, I. Kurus'un hükümdarlığı sırasında büyük bir refah düzeyine ulaştılar. 620 yılında II. Kuruş zamanında ise kısa bir süre için en geniş

sınırlarına eriştiler.

Perslerin güneydoğusunda Hindistan kurulmuştu.

Hintliler yaklaşık İ.Ö. 250 yılında Asaka'nın başkanlığı altında birleştiler ve 320 yıllarında Gupta sülalesinin iktidara gelmesiyle güçlendiler. Son olarak Hindistan'ın doğusunda Çin bulunuyordu. Bunlar İ. Ö.

200 yılından İ.S. 200 yılm a dek Han sülalesinin yönetiminde son derece güçlüydüler.

Barbarlar

Şehir devletleri ve imparatorluklar arasındaki eski savaşlar dünyamızda bir felaket yaratmaktan son 298

derece uzaktı. İnsan soyunun yok olması gibi bir sorun yoktu, çünkü arzuları ne derece kötü olursa olsun, insanların elinde böyle bir şeyi gerçekleştirecek güç bulunmuyordu.

Uygarlığın acı meyvelerinin yarattığı yıkıcı duygular olsa olsa insanlık macerasının bu yönünü sona erdirebilrdi. (Bu ise kitabımızın son bölümünde sözünü edeceğimiz beşinci grup felaketlere girer.) Aynca, çekişme iki uygar kesim arasında olduğu sürece, bu çekişme sonucu uygarlığın tümüyle yok olması beklenmemeliydi; hiç değilse o zamanki uygar kişilerin elinde bulunan güçle...

Savaşların amacı iktidar gücünü ve refah düzeyini artırmaktı.

Bunun için en uygun olan şey ise kazananın yenilenden haraç almasıydı. Haraç alabilmek içinse, yenilgiye uğrayan tarafı bu haracı sağlayabilecek kadar güçlü bırakmak gerekiyordu. Gelir sağlayan bir şeyi yok etmek kârlı olmazdı.

Elbette yenilen taraf bu durumda haklı olarak galip tarafın zalimliğinden ve zorbalığından yakınıyordu. Am a iniltilerle de olsa, yaşayan insanlar bir gün kendilerini toparlıyorlar ve egemen duruma ge

çiyorlardı; tabii sonunda da kendileri zalim ve zorba oluyordu.

Sonuçta uygar alanlar giderek genişledi. Bu durum, bireyler için ne denli zalimce ve haksızca olursa olsun, savaşların uygarlığı tehdit etmemiş olduğunun bir göstergesidir. Aslında, ilerleyen orduların uygarlığı yaymış olduğu bile ileri sürülebilir. Savaşların ivedi gereksinimleri, yenilikleri tahrik etmiş ve insanların teknolojik gelişimlerini hızlandırmıştır.

Bununla birlikte, daha tehlikeli bir durum vardı.

Eski zamanlarda her uygar ülke kendisinden daha az gelişmiş ülkelerle çevrilmişti. Bu geri ülkelerin halkına «barbar» adı verilmesi gelenek haline gelmişti. (Bu sözcük Yunanca kökenlidir. Yabancıların konuşmaları Yunanlıların kulaklarında «bar-bar-bar» şeklinde çınlıyordu. Bu yüzden Yunanlılar kendileri dışındaki 299

uygarlıklara bile «barbar» adı vermişlerdi. Sözcük, da ha sonraları, uygar olmayan halkların yabansı zalim liğini vurgulamak amacıyla kullanılmıştır.) Barbarlar genellikle göçebeydi. Mal varlıkları pek azdı ve başlıca hayvan sürülerinden ibaretti. Mevsimler de

ğiştikçe hayvanlarıyla birlikte mera mera gezerlerdi.

Yaşam standartları kenttekilerle karşılaştırıldığında ilkeldi; uygarlığın kültürel zevklerinden yoksundular.

Uygarlık bölgeleri, yiyecek ve mal birikimleri dolayısıyla göreceli olarak varlık içindeydi. Bu varlık, barbarlara çekici geliyordu. Ama genellikle uygar ülkelerdeki mal ve mülkü ellerine geçiremiyorlardı. U ygar bölgeler kalabalıktı ve organize edilmişti. Kentlerin çevresi, savunma amacıyla duvarlarla çevrilmişti.

Ayrıca savaşma sanatını daha iyi kavramışlardı.

Öte yandan, mal ve mülk varlıkları dolayısıyla uygar toplumlar bulundukları yere bağlanmıştı. Barbarlar ise hareketliydi. Atlarının ve develerinin üzerine binip baskınlar düzenliyorlar ve ilerde bir gün yeniden saldırmak üzere geri çekiliyorlardı. Bunlara karşı kazanılan zaferler (modern zamanlara gelinceye dek) kesin sonuç vermiyordu.

Dahası, uygar ülkelerin çoğu savaşmaktan hoşlanmıyordu. Çünkü refah içinde yaşamak, savaşmak gibi tehlikeli ve rahatsız edici eylemlere duyulan ilgiyi azaltıyordu. Bu yüzden, uygar bir kentin ordusu herhangi bir nedenle çöktüğü zaman, kent, barbarların eline kolayca düşüyordu.

Barbarların eline düşmek, uygar toplumlarla ya pılan sürekli savaşlardan çok daha kötüydü, çünkü barbarlar uygarlığın mekanizmasından habersizdi.

Yenilgiye uğrayan kişileri sağ bırakıp onları sömürmeyi bilmiyorlardı. Yaptıkları iş yağmacılıktı ve o anda işlerine yaramayan her şeyi yok ediyorlardı. Bu koşullar altında, hiç değilse belli bir bölgede belli bir süre için uygarlık dağılıyor ve bir «karanlık çağ» başlıyordu.

Bunun ilk örneği, Büyük Sargon’un kurduğu uy-300

garlığm başına geldi. Büyük Sargon, iki oğlu, torunu ve torununun oğlu, Sümer-Akat İmparatorluğunu refah içinde yönetmişlerdi. Am a Sargon'un torununun oğlunun yönetimi İ.Ö. 2219 yılında sona erdiği zaman imparatorluk yozlaştı ve kuzeydoğudan gelen Gutian barbarlan sorun olmaya başladı. Gutianlar İ.Ö. 2180

yılında Mezopotamya vadisini denetimleri altına aldılar. Böylece bir yüzyıl süren karanlık bir çağ başladı.

Barbarlar, özellikle, sahip oldukları bir savaş aracı dolayısıyla baş edilemez hale geldiler. Böylece, İ.Ö.

1750 yıllarında, Orta Asya kabileleri, geliştirdikleri atlı arabalarıyla Orta Doğu'nun ve Mısır'ın tüm kentlerini ezip geçtiler.

Neyse ki barbarların saldmlan uygarlığı tümüyle yok etmeyi başaramadı. Karanlık devirler, en karanlık zamanlarında bile tümüyle karanlık değildi; hiçbir barbar yoktu ki ayaklarının altına serilen uygarlığın çekiciliğine kendini kaptırmasın. Böylece barbarlar da uygarlaştılar ve sonunda

uygarlık yeniden doğdu;

hem de eskisinden daha güçlü olarak...

Bazen uygar toplumlar yeni bir silah icat ederdi, o zaman kimse onlara karşı çıkamazdı. Böyle bir durum yaklaşık İ.Ö. 1350 yıllarında Küçük Asya'da

demirin işlenmesiyle ortaya çıktı. Demirin kullanılması giderek yaygınlaştı, kalitesi geliştirildi, demirden silah ve zırhlar imal edildi. İ.Ö. 900 yıllarında Asur ordusu, deyimi yerindeyse, tümüyle «demirleşti» ve bu ordu üç yüzyıl boyunca Batı Asya'yı yönetti.

Biz Batıklarca en iyi bilinen karanlık çağ, Batı Roma'ya son veren barbar saldırılarıyla başlamıştır.

Tarihinin yayılmacı dönemini geçirmiş olan Roma İmparatorluğu 166 yılından itibaren barbar saldırılarına karşı savunmacı bir tutumla savaştı. Zaman zaman sarsılan Roma, güçlü imparatorların yönetiminde canlanarak kaybettiği toprakları yeniden kazandı. Ama 378 yılında Gotlar Edirne'de Romalılara karşı mutlak bir zafer kazandılar. Roma lejyonu tümüyle yok edildi. Bundan sonra Romalılar bazı barbarlan diğerleri

ne karşı kiralayarak varlıklarını bir yüzyıl kadar da ha sürdürdüler.

Batı bölgeleri giderek barbarların eline geçti, uygarlığın güzellikleri silindi. Özellikle İtalya barbarlaştı ve İtalya'yı yöneten son Roma imparatoru Romulus Augustus 476 yılında tahtından indirildi. Beş yüzyıl süren bir karanlık devir başladı ve Batı Avrupa, on dokuzuncu yüzyıla gelinceye dek Rom alılar zamanındaki refah düzeyine ulaşamadı.

Arna, Roma sonrası karanlık devirden her ne kadar uygarlığın sonuymuş gibi söz ediyorsak da, bu durum aslında şimdiki İngiltere, Fransa, Almanya ve bir dereceye kadar da İspanya ve İtalya'ya özgü bir olay olarak kaldı.

Şarlman'm Batı Avrupa uygarlığını ve birliğini yeniden kurma girişimleri 850 yılında başarısızlıkla sonuçlandığı zaman bu bölge yeni barbar saldırılarına maruz kaldı. Kuzeyden Vikingler, doğudan Macarlar geliyordu. Güneyden ise uygar Müslümanlar saldırıyordu. Peki bu zamanda dünyanın diğer bölgeleri ne durumdaydı?

X. Roma İmparatorluğu'nun doğudaki kalıntısı olan Bizans İmparatorluğu hâlâ güçlüydü ve eski Y u nanlılarla Romalılardan gelen uygarlık çizgisini sürdürüyordu. Dahası, bu imparatorluğun uygarlığı barbar İslavlar arasında yayılıyordu. Ayrıca, bir dizi savaşçı imparatordan oluşan Makedonya sülalesi ile Bizans durumunu güçlendiriyordu.

2. İslam dininin temsilcisi olan Abbasi İmparatorluğu, Pers İmparatorluğu'nu ve Roma İmparatorlu

ğu'nun Suriye ve A frik a'daki taşra eyaletlerini bünyesinde eritmişti. Refahın ve uygarlığın zirvesindeydi.

En büyük hükümdarı Mamun CBinbir Gece masallarının meşhur hükümdarı Harun Reşid'in oğlu) henüz 833 yılında ölmüştü.

İspanya'daki bağımsız Müslümanlar da uygarlığın doruğundaydi; aslında İspanya'nın daha sonraki yüzyıllarda göreceği tüm uygarlıklardan daha yukarıda...

3. Gurjara-Prathihara sülalesinin yönetimindeki Hindistan güçlüydü ve uygarlığını aksatmadan sürdürüyordu.

4. Politik bakımdan dengesiz olan Çin, kültür ve uygarlık açısından çok üst bir noktadaydı ve bu uygarlığını Kore ile Japonya'ya kadar yaymıştı.

Bir başka deyişle, uygarlığın toplam alanı giderek genişlemekteydi. Yalnızca uzak batıdaki küçük bir bölge çökmüştü ve bu bölge uygarlığın egemen olduğu toplam alanın belki yüzde 7'sini bile geçmiyordu.

Barbarların beşinci yüzyılda Avrupa'ya yaptıkları saldırılar biz Batıkların tarih kitaplarında her ne kadar korkunç bir olay olarak gösterilirse de, uygarlığın tümü gözönüne alındığında bu saldırılar pek az zarar vermiştir. Bundan sonraki yüzyıllarda çok daha deh

şetli barbar saldırılan olmuştur. Bizim daha sonraki barbar saldırılarıyla fazla ilgilenmememiz Batı A vru pa'nın bu saldırılardan beşinci yüzyıldakiler kadar etkilenmememiz yüzündendir.

Orta Asya bozkırlan tüm tarih boyunca güçlü savaşçılar yetiştirmiştir. Yağmurların bol olduğu yıllarda buradaki göçebelerin sürüleri çoğalıyor, böylece kendileri de rahatlıyorlardı. Bunu izleyen kuraklık yıllannda ise göçebeler hayvanlarını dört bir yana sürüyor ve Çin'den Avrupa'ya kadar tüm uygarlıkların smırlannı tehdit ediyorlardı.

Örneğin Rusya’nın güneyindeki Ukrayna’ya do

ğudan dalgalar halinde sürekli yeni kabileler gelmiştir. Asur İmparatorluğu zamanında Karadeniz’in kuzeyinde Simmeryalılar bulunuyordu. İ.Ö. 700 yıllarında gelen İskitler ise onları buradan sürdü. Daha sonra İ.Ö. 200 yıllarında Sarmatyalılar ve İ.Ö. 100 yıllarında da Alanlar geldi.

İ.S. 300 yılında ortaya Hunlar çıktı; bunlar Orta A sya’dan gelenlerin en güçlüsüydü. Aslında Cermen-lerin Roma İmparatorluğuna saldırmasının nedeni buydu. Cermenler Hunlann önünden kaçıyorlardı.

Hun hükümdarlarının en güçlüsü olan Attila, 451

303

yılında Fransa’daki Orleans kentine girdi ve bu kent yakınlarında Romalılardan ve Cermenlerden ibaret bir müttefik ordusunu yenilgiye uğrattı. Orleans kenti, Orta Asya’dan gelen kabilelerin batıda ulaştıkları en uzak noktaydı. Ertesi yıl Attila öldü ve imparatorluğu hemen dağıldı.

Hunlan, Avarlar, Bulgarlar, Macarlar, Hazarlar, Patzinokslar ve Kumanlar izledi. Kumanlar U krayna’yı 1200 yılına kadar egemenlikleri altında tuttular.

Her yeni barbar grubunun kurduğu krallığın haritadaki görünümü gerçekte olduğundan daha etkileyiciydi. Çünkü her biri nüfusça kendilerinden daha

büyük bir topluluğa hükmediyordu. Egemen olan her grup ya Orta Asya'dan gelen yeni bir grup tarafından sürülüyor ya da yönettiği grup içinde eriyerek uygarla

şıyordu.

1162 yılında Orta Asya'da Timuçin adında bir çocuk dünyaya geldi. Timuçin Orta Asya'daki M oğol kabileleri üzerinde yavaş yavaş hakimiyet kurdu. 1206'da kırk dört yaşındayken «çok güçlü hükümdar» anlamına gelen Cengiz Han adı verildi.

Cengiz Han Moğolların en güçlü yöneticisi oldu ve onların savaş yöntemlerini mükemmelleştirdi. M o

ğolların gücü hareketli oluşlarından kaynaklanıyordu. Atlarının üzerinden hemen hiç inmeden kilometrelerce yol alıyor, hiç umulmadık yerde ve zamanda baskın yapıyor ve şaşkına dönen düşmanları kendilerini toparlamaya fırsat bulamadan ortalıktan kayboluyorlardı.

Moğolların Cengiz Han'dan önce zayıf olmalarının nedeni birbirleriyle savaşmaları ve başlarında güçlerinin etkin bir şekilde nasıl kullanılacağını bilen bir liderlerinin bulunmamasıydı. Cengiz Han'la birlikte iç savaşlar sona erdi; Moğollar onun kişiliğinde askeri liderlerini buldular. Aslında Cengiz Han, tarih kayıtlarındaki en büyük komutanlardan biridir. Ancak Büyük İskender, Anibal, Jül Sezar ve Napolyon onunla karşılaştırılabilir. Yine de Cengiz Han bunların hep

sinden daha büyük olabilir. Cengiz Han Moğollan o zamana dek görülmüş olan en savaşçı millet haline getirdi. Öylesine bir korku salmışlardı ki, isimlerinin duyulması bile dehşet yaratıyordu.

Cengiz Han, 1227'de ölmeden önce Çin'in kuzey yarısını ve Harzem İmparatorluğunu fethetmişti. Dahası, oğullarını ve generallerini fetihlere devam etmeleri çin yetiştirmişti. Yönetimi kendisinden sonra oğlu Ogeday Han eline aldı ve Çin'in geri kalan kısımlarını ele geçirdi. Bu sırada Cengiz Han'ın torunu Batu ve en büyük generali Subutay komutasındaki Moğol orduları batıya doğru ilerliyorlardı.

1223'de, Cengiz Han henüz hayattayken, batıya yapılan bir baskında, birleşik Rus ve Kuman ordusu yenilgiye uğratılmıştı. Am a bu, yalnızca bir baskındı.

1237'de ise M oğollar Rusya'ya girdiler. 1240'da başkent K iev'i aldılar. Hemen hemen tüm Rusya denetimleri altına girdi. Polonya ve Macaristan'a doğru harekete geçtiler ve 1241'de Liegnitz'de Polonya-Almanya müttefik ordusunu yendiler, Alm anya'nın içlerine ve Adriyatik'e kadar girdiler. Görünüşe göre karşılarına çıkacak hiçbir güç yoktu. Besbelli Atlantik Okyanusuna kadar ilerleyeceklerdi. Ama Ogeday Han'ın ölüm haberi Moğollan durdurdu. Yerine geçecek olan imparator için oylama yapılacaktı. Moğol ordusu geri çekildi. Rusya'nın Moğol egemenliğinde kalmasına karşın Rusya'nın batısındaki bölgeler kurtulmuştu. Bir fırtına yaşamışlar, ama bunu atlatmışlardı.

Cengiz Han'ın bir başka torunu olan Hülagu, şimdiki İran, Irak ve doğu Türkiye'yi fethetti. 1258'de Bağdat'ı aldı.

Sonunda 1257’de tahta Kubilay Han (Cengiz’in bir başka torunu) geldi ve otuz yedi yıl boyunca Çin, Rusya, Orta Asya stepleri ve Orta Doğu üzerine kurulu Moğol İmparatorluğunu yönetti. Bu imparatorluk o zamana dek kurulmuş imparatorlukların en genişiydi. O zamandan sonraki imparatorluklar içindeyse yalnızca Rus İmparatorluğu ve Sovyetler Birliği Moğollarla boy ölçüşebilir.

insanlığın geleceği

305/20

Moğol imparatorluğu

topu topu yanm yüzyıl

sürdü.

Uygarlık, barbar saldırılarıyla tepeden tırnağa sarsılmış olsa bile bu o kadar önemli değildi. Nitekim bir yüzyıl sonra Kara Ölüm başladı; insanlığın daha kötüsünü görmediği bir felaketti bu.

Aslında, Moğollar da o kadar büyük bir tehlike oluşturmamışlardır. Muhakkak ki yaptıkları fetih savaşları kanlı ve acımasızdı, düşmanlarını ve

kurbanlarını korkutmaya yönelikti. Çünkü Moğollar bu kadar geniş bir imparatorluğu yönetebilecek kadar kalabalık değillerdi.

Aslında, genişleme düşüncesi başlangıçta Cengiz Han'ındı. Onun amacı kentleri tahrip etmek ve fethedilen yerleri göçebeler için kırsal birer kesim haline getirmekti.

Cengiz Han'ın bu işi gerçekten yapıp yapmamış

olduğu kuşkuludur. Aslında o, hiçbir zaman bu noktaya gelmemiştir. Askeri bir deha olarak, uygarca savaşmanın değerini çabucak kavramış, kentleri kuşatmak ve surları yıkmak için karmaşık yöntemler geliştirmiştir.

Bununla birlikte, Moğollar tarafından gereksiz yıkıcılıkların yapıldığı da olmuştur. Mezopotamya vadisine giren Hülagu'nun ordusu, bu bölgedeki uygarlığı 5.000 yıldır ayakta tutan sulama kanallarını tahrip etmiştir. Mezopotamya vadisi bu olaydan sonra günümüze dek yoksul bir bölge olarak kalmıştır.

Yine de Moğollar aydın kafalı yöneticilere sahip olmuşlardır. Özellikle Kubilay Han aydın ve insancıl bir yöneticiydi. Asya kıtası onun zamanında bir altın çağ yaşamıştır. Tarihte ilk ve son kez, Avrasya kıtası, Baltık Denizi'nden İran K örfezin e ve Pasifik Okyanusu'na kadar tek bir yönetim altında kalmıştır. Marco Polo Cathay'a gittiği zaman şaşkına döndü; gördüklerine karşı saygı ve hayranlık duydu. Memleketine döndüğü zaman anlattıklarına kimse inanmadı 306

B a ru tta n A to m Bom basına

M oğol istilasından kısa bir süre sonra, uygar ç ift

çilerle barbar göçebeler arasında sürüp giden savaşların yönü değişti. Meydana gelen bir askeri gelişmenin sonucu olarak uygar toplumlar barbarlar üzerinde kesin bir üstünlük kurdular. Bu askeri gelişme barutun icadıydı. Potasyum nitrat, kükürt ve kömür tozu karışımından oluşan barutun icadıyla birlikte insanlığın eline ilk kez bir patlayıcı madde geçmiş oluyordu.!1) Barut imal etmek için gelişkin bir kimya endüstrisi gerekiyordu ki, barbarlar bundan yoksundu.

Barut ilk kez Çin'de ortaya çıkmıştır. Çinliler daha 1160 yıllarında şenlik fişeklerinin yapımında barut kullanıyordu. Barutun Avrupa'ya gelmesinin nedeni Moğol istilaları ve bu imparatorluğun arkasında bıraktığı geniş ticaret yollan olabilir. (1

2)

Ne var ki barut Avrupa'da havai fişeklerde eğlenme amacıyla değil de itici bir güç olarak kullanıldı.

Taşları sapanla fırlatmak yerine, barut denen maddeyi bir ucu açık bir boru (top) içine sıkıştırmakla itici güç elde ediliyordu. Fırlatılacak olan gülle borunun açık ağzına yerleştiriliyor, patlayan barut da bunu hedefe fırlatıyordu.

Bu silahların oldukça ilkel türleri on dördüncü yüzyılda çeşitli vesilelerle kullanıldı; özellikle Yüz Yıl Savaşlarının başlarında İngilizlerin Fransızlan

yenilgiye uğrattığı Crecy muharebesinde. Ne var ki, Crecy’

(1) Beş yüzyıl önce Bizans İmparatorluğu «Rum Ateşi» adı verilen kimyasal bir silah kullanıyordu. Formülü bugün tam olarak bilinmeyen bu madde suda bile yanıyordu. BizanslIlar bu maddeyi Arap ve Rus saldırılarına karşı kullanmışlar ve birkaç kez İstanbul şehrini düşman eline düşmekten kurtarmışlardır. Bununla birlikte, Rum ateşi yanıcı bir maddeydi, patlayıcı değil.

(2) Özellikle kâğıt ve pusula gibi diğer yeniliklerin Avrupa’ya gelmesinin nedenleri de kuşkusuz bunlardır.

de kullanılan toplar son derece yetersizdi. Bu yüzden savaşın sonucunu İngilizlerin çok daha etkin okçuları belirledi. Aslında oklar, savaş meydanlarındaki üstünlüğünü bir seksen yıl daha sürdürdü.

Bununla birlikte, barut ve top yapımında meydana gelen ilerlemeler topçuluğun yavaş yavaş üstünlük kazanmasına neden oldu. Topçular, kendileri bir zarar görmeden düşmanı kırıp geçiriyorlardı. On beşinci yüzyılın ikinci yarısında savaş meydanlarının yazgısını barut belirlemeye başladı ve bu durum dört yüzyıl devam etti.

Fransızlar uzun menzilli yayları alt edebilmek için topçuluğu geliştirdi. Seksen yıl boyunca Fransızlara karşı üstünlüklerini sürdüren İngilizler,

bunun sonucu olarak gerilemeye başladı. Dahası, topçuluğun gelişmesi Batı Avrupa'daki feodalizmin yıkılmasına önemli derecede katkıda bulundu. Top gülleleri şatoların ve kentlerin duvarlarını kolayca yıkabiliyordu.

Ayrıca, mükemmel bir topçu grubu kurmaya ve beslemeye yalnızca kuvvetli bir merkezi yönetimin gücü olanak tanıyordu. Böylece derebeyleri krallara boyun eğmek zorunda kaldılar.

Topçuluğun gündeme girmesi, barbar tehditlerinin tümüyle ortadan kalkması demekti.

Atlarla ve

kargılarla toplara karşı koymak mümkün değildi.

Yine de AvrupalIlar birtakım tehlikeler altındaydı, ama bu tehlikeler en az kendileri kadar uygar uluslardan geliyordu. Örneğin Türkler 840 yılında A b basi İmparatorluğu'na girmişler ve bu imparatorlu

ğun parçalanmasına katkıda bulunmuşlardı. Başlangıçta göçebe olan Türkler sonunda uygarlaştılar ve Küçük Asya ile Yakın Doğu'yu fethettiler. Osmanlı Türkleri 1345'de Balkanlar'a geçtiler ve Avrupa'ya yerleşmeye başladılar. Türkler 1453'de İstanbul'u (Konstantinople) fethettiler ve Roma İmparatorluğu'

nun tarihine nokta koydular. Türklerin bu başarısının nedeni daha iyi bir topçu sınıfına sahip olmalarıydı.

Cengiz Han'ın soyundan geldiğini iddia eden Timurlenk'in fetihleri Moğolların yeniden dirilişi gibi göründü.

Timurlenk 1381 ile 1405 yılları arasında, Rusya, Orta Doğu ve Hindistan'da pek çok savaş kazandı. Özünde bir göçebe olan bu imparator, yönettiği uygar bölgelerin ordularını ve kurumlarmı kullandı ve Hindistan'a yaptığı kanlı bir baskın dışında, kendisinden önceki Moğol İmparatoıiuğu'nun sınırları dışına hiç çıkmadı.

Timurlenk'in ölümünden sonra harekete geçme sırası Avrupalllara gelmişti. Avrupalı denizciler, barut ve pusula yardımıyla tüm kıtaların kıyılarına çıkarma yaptılar, buraları istila ettiler. 550 yıl boyunca dünya Avrupalılaştı. Avrupallların etkinliklerini kaybetmesi de Avrupalı olmayan ülkelerin Avrupalılaşmasıyla gerçekleşti; hiç değilse savaşma yöntemleri açısından...

Demek ki, Moğolların yıkılmasıyla birlikte uygarlığın barbarlar tarafından yok edilmesi olasılığı da ortadan kalkmış oluyordu.

Ne var ki, barbarlara karşı savaşım veren uygar ülkeler bu kez kanlı bir şekilde birbirlerine girdiler.

Barutun ortaya çıkmasından önce bile uygarlık bazı bölgelerde intiharın eşiğine gelmişti. İkinci Pön Sava

şında Cİ.Ö. 218-201) Kartaca generali Anibal on altı yıl boyunca İtalya'yı altüst etti ve İtalya'nın kendini toparlaması için uzun zaman gerekti.

İngiltere ve

Fransa arasındaki Yüz Y ıl Savaşları (1338-1453) Fransa'yı barbarizmin eşiğine getirdi. Otuz Y ıl Savaşları (1618-48) ise barutun katkısıyla birlikte eski barbarlıkların üzerine tüy dikti ve Alman halkının yarısı yok oldu. Bununla birlikte, bu savaşlar kısıtlı bölgelerde meydana geldi. İtalya'nın, Fransa'nın ya da A lmanya'nın büyük bir kesimi tahrip olmuş olsa da, genelde uygarlık büyümesini sürdürdü.

Am a bu sıralarda başlayan coğrafi keşifler A vru pa sömürgeciliğinin dünyaya yayılmasına ve Avrupa'

daki savaşların dört bir yana sıçramasına neden ol

du. Böylece dünya savaşları başladı. Orduların Avrupa'dan başka kıtalarda ve denizlerde savaşması bakımından bir dünya savaşı sayılabilecek olan ilk savaş Yedi Y ıl Savaşlarıydı (1756-63). Bu savaşta Prusya ve Büyük Britanya orduları Avusturya, Fransa, Rusya, İsveç ve Saksonya'ya karşı savaştı. Savaşın en önemli muharebeleri Alm anya'da, zor koşullar altındaki Prusya'yla yapıldı. Bununla birlikte Prusya, dahi bir asker olan İl. Frederick'in (Büyük Frederick) yönetimindeydi ve zaferi kazanan Frederick

oldu. (*) Bu sıralarda İngilizler ve Fransızlar Kuzey Am erika'da savaşıyordu. Savaş 1755 yılında başlamıştı, batı Pennsylvania ile Quebec'de sürüyordu.

Büyük Britanya ile Fransa arasındaki deniz savaşları ise Akdeniz'de Avrupa'nın Fransa kıyılarında ve Hindistan açıklarında yapılıyordu. Büyük Britanya, Küba ve Filipinler açıklarında İspanya ile de savaşıyordu. Fransa ile yapılan kara savaşlan ise Hindistan'da sürüyordu.

Yirminci yüzyılla birlikte savaşlar iyice şiddetlendi. I. Dünya Savaşı, Fransa'dan Orta Doğu'ya kadar uzanan bölgede ciddi kara çatışmaları yaşadı. Deniz çatışmaları ise okyanusun her tarafında, sürüyordu.

(Yine de ağır zırhlılar arasında geçen ciddi deniz

çarpışmaları

Kuzey Denizi'nde meydana geldi.) II.

Dünya Savaşı çok daha yaygın oldu; Avrupa'nın büyük bir bölümünde, Orta Doğu'da, Kuzey A frik a'da ve Uzak Doğu'da, kara savaşlarının yanısıra deniz ve hava çatışmalarıyla da şiddetli bir şekilde sürdü. U ygarlığı tehdit eden yalnızca savaşların daha geniş

bölgelerde meydana geliyor olması değildi; teknoloji düzeyinin ilerlemesi silahları daha yıkıcı bir hale getiriyordu. 1

(1) Ne var ki, İngiliz parası olmasaydı ve Rus İmparatori-

çesi Elizabeth 5 Ocak 1762'de ölüp de Rusya ateşkes anlaşması yapmasaydı, Frederick'in zekası bile bu savaşı kazanmaya yetmezdi.

310

On dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru TNT, nitrogliserin ve pamukbarutu gibi patlayıcıların icat

edilmesiyle barutun hükümdarlığı sona erdi. 1898'de yapılan Îspanyol-Amerika savaşı, sonucuna barutun hükmettiği son savaş oldu. Bundan başka, zırhlı olarak ve daha büyük boyutlarda inşa edilen gemiler, daha güçlü silahlar taşımaya başladı.

I. Dünya Savaşıyla birlikte askeri amaçlı olarak tanklar, uçaklar ve zehirli gazlar kullanıldı. II. Dünya Savaşıyla atom bombası gündeme geldi. II. Dünya Savaşı'ndan sonra ise kıtalararası balistik füzeler, sinir gazları, laser ışınlan ve biyolojik savaş araçlan geliştirildi.

Dahası, savaşlann daha yaygın ve silahlann daha yıkıcı bir hale gelmesine karşın generallerin zeka düzeyi gençlde artış göstermedi. Aslında, silahların karmaşıklığı ve yıkıcılığı arttıkça, kullanılan insan sayısı çoğaldıkça, geniş alanlarda uygulanan birleşik operasyonlar katlanarak zorlaştıkça, çabuk ve zekice karar verebilmek de zorlaştı. Generaller günümüzde eskiye göre aptallaşmış olamazlar, ama kendilerinden bugün beklenen zeka düzeyine göre aptallaşmış gibi görünmektedirler.

Amerikan İç Savaşı, yetersiz generaller yüzünden epey zarar görmüştü, ama bunlar I. Dünya Savaşandaki yetersiz generallerin neden olduğu felaketler yanında bir hiçti. II. Dünya Savaşı'nda ise generaller çok daha öldürücü hatalar yaptılar.

U ygar ülkeler arasındaki savaşların uygarlığı yok etmeyeceği, çünkü kazananın da kaybedenin de uygarlığın meyvelerini korumak için aynı derecede çaba göstereceği biçiminde ileri sürdüğümüz tez artık ge

çerli değildir.

Birincisi, silahların yıkım gücü öylesine artmıştır ki, bunların kullanılması yalnızca uygarlığı değil, insanlığı da tümden yok edebilir. İkincisi, bugünkü koşullar altında yetersiz kalmaları dolayısıyla, askeri önderlerin yapacaklan yanlışlıklar, hiç istenmediği

halde uygarlığın tahrip olmasına neden olabilir. Sonuncusu, korkmakta haklı olduğumuz dördüncü gruptan bir felaketle yüz yüzeyiz: Herhangi bir nedenle başlayacak olan bir termonükleer savaş, insanlığı in tihar etme noktasına getirebilir.

Bütün bunlar gerçekleşebilir, ama bir gün mutlaka gerçekleşecek midir?

Dünyanın politik ve askeri liderlerinin aklı başında kişiler olduklarını ve nükleer silah depolarını sıkı bir denetim altında tuttuklarını varsayalım. Bu durumda, bir nükleer savaşın gerçekleşmesi olasılığı

yoktur. Şimdiye dek iki atom bombası kullanılmıştır: Birincisi 6 Ağustos 1945'de Hiroşima'ya, İkincisi ise iki gün sonra Nagasaki'ye atılmıştır. Bunlar o zaman var olan biricik atom bombalarıydı ve II. Dünya Sa-vaşı'nı sona erdirmek amacıyla kullanıldı. Bu amaç yerine getirildi, çünkü o zamanlar bir nükleer karşı atak olasılığı bulunmuyordu.

Birleşik Devletler dört yıl boyunca nükleer silaha sahip tek ülke olarak kaldı, ancak bu silahları kullanmaya gereksinim duyulmuyordu. Sovyetler'in 1948'de Berlin'i abluka altına alması gibi savaş doğurabilecek bunalımlar nükleer silahlara başvurulmadan giderildi.

Sonra, 29 Ağustos 1949'da Sovyetler Birliği ilk

atom bombasını patlattı. Böylece bir nükleer savaş

olasılığı doğdu. Ama iki taraf da çok iyi biliyordu ki, hiç kimsenin kazançlı çıkamayacağı bir savaş olacaktı bu.

Her iki taraf 1952'de çok daha tehlikeli hidrojen bombasını yaptı. Füzeler ve uydular geliştirildi. Silah yapmak her iki taraf için de ince bir sanat haline geldi.

Sonuçta), süpergüçler arasında savaş çıkması dü

şünülemez oldu. En tehlikeli savaş bunalımı 1962'de Sovyetler Birliği'nin Florida'nın doksan mil açığındaki Küba'ya füzeler yerleştirmesiyle ortaya çıktı.

Birleşik Devletler yakın bir nükleer tehdit altına g ir

mişti. Amerika Birleşik Devletleri Küba'yı havadan ve denizden abluka altına aldı ve füzelerini kaldırması için Sovyetler'e muhtıra verdi. 1962 yılının 22

Ekimi'nden 28 Ekim'ine kadar dünya ilk kez bir nükleer savaşın eşiğine geldi.

Sovyetler Birliği füzelerini kaldırıp geri çekildi.

Buna karşılık olarak, Küba'da 1961 yılında kurulan devrimci yönetimi yıkmaya çabalayan ABD, bu ülkenin iç işlerine karışmamaya yönelik bir politika

benimsedi. Her iki taraf da nükleer silahlar öncesi günlerde düşünülemeyecek tavizler verdiler.

Yine, ABD on yıl boyunca Vietnam'da savaştı ve sonunda, düşmanı derhal yok edebilecek nükleer silahları kullanmadan, yüz kızartıcı bir yenilgiyi kabullendi. Benzer şekilde, Çin ve Sovyetler Birliği, ABD'yi bir nükleer savaşa zorlamamak için savaşa dolaylı bir şekilde müdahale ettiler.

Son olarak, Orta Doğu'da meydana gelen sürekli bunalımlarda, karşı grupları destekleyen süpergüçler, hiçbir zaman doğrudan müdahalede bulunmadılar.

Aslında, destekledikleri ülkelerin kendilerinin doğrudan müdahalede bulunmalarını gerektirecek kadar ileri gitmelerine izin vermediler.

Kısaca, nükleer silahların ortaya çıktığı kırk yıldan beri bu silahlar, Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombaları dışında, savaşlarda hiç kullanılmadı ve süpergüçler bu konuda olağanüstü titizlik gösterdiler.

Eğer bu durum sürerse, bir nükleer savaş sonucu yok olmayacağız. Am a bu durum sürecek mi? Her şeyin ötesinde, nükleer silahlar giderek çoğalmakta.

Birleşik Devletler ve Sovyetler Birliğinden sonra Büyük Britanya, Fransa, Çin ve Hindistan da nükleer silahlar yaptı. Başka ülkeler de yapabilir; kaçınılmaz olarak yapacaklardır da. Küçük bir ülke nükleer bir savaşı başlatamaz mı?

Küçük devletlerin liderlerinin de aklı başında ki

şiler olduğunu kabul edersek, neden bir nükleer sa

vaş çıkarsınlar? Nükleer bir bombaya sahip olmak başka şeydir, süpergüçlerin birinden ya da ötekinden gelebilecek bir saldırıya karşı yeterli silah bulundurmak başka şey... Aslında, küçük devletlerden biri

nükleer silah kullanacak olursa her iki süpergüçten de karşılık görecektir.

Bununla birlikte, dünya liderlerinin sağgörülü oluşuna ne derece güvenebiliriz? Geçmişte kimi ülkeler sapkın kişiliklere sahip liderlerce yönetilmişlerdir.

Ayrıca, en aklı başında bir lider bile öfke ve umutsuzluk içine düştüğünde tümüyle mantıklı davranamaya-bilir. Eğer kendi iktidarı tehlikeye girecek olursa, Adolf Hitler gibi bir liderin nükleer silah kullanmak üzere emir verebileceğini düşünebiliriz. Yine de, böyle bir liderin yönetimindekiler bu emre uymayabilirler. Aslında, Hitler'in son aylarında verdiği emirleri generalleri ve yöneticiler yerine getirmemiştir.

Ayrıca, günümüzde, böyle bir olanağa sahip olduğu takdirde, nükleer bir çatışmayı başlatabilecek denli fanatik görünümlü liderler bulunmaktadır. Ne var ki böyle bir şeyi yapmamaktadırlar ve sanırım dünyanın bu liderlere karşı toleranslı davranmasının nedeni de böyle bir şey yapmamalarıdır.

Dünyanın tüm askeri ve politik liderleri aklı ba

şında kişiler olsa bile, nükleer silah depoları bunların denetiminden çıkabilir mi? Paniğe ya da ruhsal bunalıma düşerek karar veren alt kademedeki yöneticiler bir nükleer savaş başlatabilir mi? Daha da kötüsü, aslında düşmana karşılık vermek için amaçlanan bir dizi küçük kararlar sonucu, hiç istemeden ya da farkında olmadan bir nükleer savaşa girilebilir mi? (I. Dünya Savaşı bu şekilde başlamıştır.) Hepsinden kötüsü, dünya koşullarının son derece bozulması sonucu hiçbir şey yapmamaktansa bir nükleer savaşa girişmek yeğ tutulabilir mi?

Bir nükleer savaştan kaçınmanın en iyi yolu, kuşkusuz tüm nükleer silahları yok etmektir.

B Ö L Ü M BEŞ

B E Ş İN C İ G R U P FELA K ETLER

14/KAYNAKLARIN KURUMASI

Yenilebilir Maddeler

Son iki bölümde vardığımız sonuca göre, dördüncü gruptan bizi yok edecek tek felaket, şiddetli ve yaygın bir termonükleer savaşın çıkmasıdır. Ya da

insanlıktan geriye kalanlar o derece kötü koşullara düşecektir ki, sonunda tükenecektir.

Böyle bir şeyin gerçekleşmesi halinde diğer canlılar da yeryüzünden silinebilir, ama böcekler, bitkiler ve mikroorganizmalar yaşamaya ve yeniden çoğalmaya devam eder. Sonunda dünyamız yeniden üzerinde yaşanabilir bir gezegen haline gelebilir ve ortaya yeni ve daha aklı başında zeki türler çıkabilir.

Ama yaptığımız tartışmaların gösterdiği olasılıklara göre, dünyamız böylesi şiddetli ve yaygın bir termonükleer savaşa sürüklenmeyecektir. Ne var ki, insanlık yaşamını sürdürse bile, çok daha önemsiz birtakım tehlikeler uygarlığı yok etmeye yetebilir. Bu tür felaketleri beşinci grupta inceleyeceğiz. Bunlar şimdiye kadarki en az tehlikeli olaylardır, ama yeterince tehlikelidirler.

Şimdi, savaşların geçmişte kalmış birer olay olduğunu varsayalım. Böyle bir durum pek olanaklı gi

bi görünmüyorsa bile, tümüyle olanaksız da değildir.

Diyelim ki insanlık, savaşları bir intihar olarak gördü ve bunun saçma olduğuna karar verdi. Savaşlara neden olan tartışmalarla, gerillacılığı ve terörü besleyen adaletsizlikleri ortadan kaldırdı. Dünya ülkeleri işbirliğine

giderek federasyon haline geldi, önemli sorunlar ve projeler için birlikte karar alınmaya baş

landı.

Bu tablo umut bağlanamayacak ölçüde idealistçe görünebilir, bir peri masalı gibi gelebilir, ama diyelim ki böyle bir şey oldu. O zaman sorumuz şu olacak: İşbirliği ve barış içinde yaşayan bir dünyada sonsuza dek güvenlik içinde kalacak mıyız? 100.000 yıl sonra meydana gelecek buzul devrinden sakınmak için teknolojimizi gereğince ilerletmeyi sürdürecek miyiz? Yeryüzü iklimini dilediğimizce denetim altına alabilecek miyiz?

Teknolojimizi daha da ilerleterek uzaya açılabilecek miyiz? Böylece hem dünyadan hem de güneşten bağımsız bir hale gelip, 7 milyar yıl sonra kızıl bir dev halini alacak olan güneşten kurtulabilecek miyiz? Teknolojimizi iyice ilerleterek büzülen bir evrenden nasıl kurtulabileceğimizi öğrenebilecek miyiz? Yoksa, dünyamız tam bir barış içinde bulunsa bile yakınımızda bizi bekleyen dehşet verici tehlikeler bulunmakta mıdır?

Olabilir. Örneğin, teknolojimizin gelişmesi sorununu düşünün. Ben bu kitap boyunca hep, yeterince şans tanındığı takdirde, teknolojinin sonsuza dek gelişeceğini, bunu engelleyecek hiçbir doğal sınırın bulunmadığını, çünkü bilginin sınırı olmadığını kabullendim. Ama teknolojinin karşılıklı olarak ödeyeceği miz hiçbir ücreti yok mu? Karşılanması gereken birtakım koşullar bulunmuyor mu? Eğer ansızın ücreti ödeyemez, koşulları yerine getiremez duruma düşecek olursak ne olacak?

Teknolojinin başarısı çevremizde bulunan birtakım kaynakları tüketmemize bağlıdır. Teknolojideki her gelişme, kaynakların daha fazla kullanılmasını g e

rektirir. Bu durumda, bu kaynaklar ne kadar süre dayanabilecektir?

Güneş enerjisi milyarlarca yıl gelmeye devam ettikçe, Yeryüzü'ndeki kaynakların pek çoğu sonsuza dek yenilebilir. Yeşil bitkiler, güneşten aldıkları enerjiyi kullanarak suyu ve karbondioksiti besin haline getirir 'Ve oksijeni havaya verir. Hayvanların gıdaları temelde bitki dünyasına bağlıdır. Hayvanlar bu gıdalarını oksijenle birleştirerek su ve karbondioksit üretir.

Güneş ışıdığı sürece bu çevrim devam edecektir.

İnsanlık açısından, yediğimiz yiyecekler de, soluduğumuz oksijen de sonsuza dek yenilenebilir.

Cansız varlıklar dünyası da bazı bakımlardan sonsuza dek yenilenebilir. Sürekli olarak tüketilen ve okyanuslara akan su burada güneşin ısısıyla buharla

şır ve yağmur olarak yeniden toprağa döner. Yeryüzü güneş tarafından eşit olmayan bir dağılım şekliyle ısıtıldığı sürece rüzgârlar dinmeyecek, Yeryüzü A y 'a ve güneşe göre dönme hareketi yaptığı sürece de gelgitler devam edecektir.

İnsanlardan başka tüm canlılar yalnızca yenilenebilir kaynaklarla ilişki içindedir. Bireysel organizmalar, geçici ya da bölgesel su veya yiyecek

sıkıntısından dolayı ölebilir; ya da aşın sıcaklıklardan; ya da vahşi hayvanlann saldırısından; ya da yalnızca yaşlılıktan. Genetik değişikliklerden, çevredeki küçük

değişiklikleri karşılayamamaktan dölayı tüm bir tür yok olabilir. Bununla birlikte yaşam sürer, çünkü, kaynakların sürekli olarak yenilenebilir olması sayesinde yeryüzü, üzerinde yaşanabilir bir gezegen olarak kalmaktadır.

Yalnızca insanlar yenilenemeyecek kaynaklarla

ilişki içindedir ve bu yüzden yalnızca insanlar, yaşamları için temel olan bir unsuru bir gün yitirme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Yitirilen bu kaynak bir gün uygarlığı sona erdirebilir. O zaman yeryüzü, yaşanılabilir bir gezegen olarak kalmasına karşın teknolojinin gelişmesi için elverişli olmayabilir.

Teknoloji başlangıçta kuşkusuz yenilenebilir kaynaklara dayanıyordu. İlk aletler kolayca elde edilebilen şeylerdi. Yere düşmüş bir ağaç dalı sopa olarak kullanılabilir; aynı şekilde bir hayvanın kol ya da bacak kemiği de... Bunlar kesinlikle yenilenebilir kaynaklardır. Her zaman için yeni bir dal ya da kemik elde edebiliriz.

İnsanlar taşları fırlatmaya başladığı zaman da de

ğişen bir durum yoktu. İnsan eylemlerinin çabukluğu açısından bakacak olursak, elbette yeni bir taş hemencecik oluşmaz. Ama taşlar fırlatm akla tükenmez. Fırlatılan bir taş alınıp yeniden fırlatılabilir. Ama taşlara şekil verilmesiyle birlikte yeni bir noktaya gelindi.

Bıçaklar, baltalar ve ok uçları yerlerine yenileri konamaz nesneler değildir, ama bunlar aynı zamanda tüketilebilir de. Keskin kenarlı ya da sivri uçlu taşlar köreldiği zaman birkaç kez yeniden yontulabilir, ama sonunda amaçları doğrultusunda hizmet veremeyecek kadar küçüleceklerdir. Genelde yeni taşlar yontulabilir. Am a kayaların her zaman var olmasına karşın, banlar parçalanarak kullanılır ve ancak belli büyüklükteki parçalar işe yarar. Dahası, bazı kayalar yontma açısından diğerlerinden daha elverişlidir. Böylece insanlar, tıpkı yiyecek aradıkları gibi hırslı bir şekilde çakmaktaşı aramışlardır.

Ancak arada bir fark vardı: Yeni yiyecekler sürekli olarak üretiliyordu, çakmaktaşı kaynağı ise bir kez tüketildiği zaman yenilenemiyordu.

Kayaların insanların kullandığı biricik cansız kaynak olarak kalması halinde yine de korkacak fazla bir şey yoktu. O zamanlar (Taş Devrinde) bol bol kaya vardı ve bunları tüketebilecek insanların sayısı son derece azdı.

Aynı durum çanak çömlek yapmak için kullanılan kil, boyama için kullanılan aşıboyası, inşaat yapmak için kullanılan mermer ve kireç, cam yapmak için kullanılan kum için de geçerliydi.

r

Asıl değişiklik metallerin kullanılmasıyla ortaya çıktı.

M e ta lle r

«M etal» sözcüğü Yunanca «araştırmak»tan gelir.

Bu günlerde alet ve inşaat yapmak için kullanılan metallerin miktan, ağırlık olarak yerkabuğunu meydana getiren kayaların 1/6'sı kadardır. Metallerin büyük bir kısmı silisyum-oksijen,

karbon-oksijen, kükürt-

oksijen bileşikleri ya da yalnızca kükürt halinde bulunur ve görünüşte kayalara benzeyen «cevher»leri oluştururlar.

Bileşik yapmayıp külçe halinde bulunan pek az metal vardın Bakır, gümüş ve altın gibi. Bunlara az miktarda meteorik demiri de ilave edebiliriz. Bu tür serbest metaller pek enderdir.

Altın metali yerkabuğunun yalnızca 1/200.000.000'

unu oluşturur. Ama külçe halinde bulunduğundan ve büyüleyici ve parlak bir sarı rengi olduğundan, belki de keşfedilen ilk metaldir. İlginç bir şekilde

ağır, süs eşyası olacak kadar parlak, şekillendirilebilecek kadar yumuşaktır. Dahası, paslanarak ya da başka bir şekilde bozulmaz.

İnsanlar İ.Ö. 4500 yılından beri altınla ilgileniyor olmalılar. Altın ve bir dereceye kadar gümüşle bakır, güzel oluşları ve az bulunur olmaları bakımından değer kazandılar. Ayrıca bunları değiş tokuş etmek ve hazine olarak depolamak kolaydı. İ.Ö. 640 yıllarında Anadolu'daki Lidyalılar parayı icat ettiler. Sabit ağırlıktaki bir altın ve gümüş alaşımıydı bu ve güvenilir olduğunu belirtmek için üzerine devletin damgası vurulmuştu.

İnsanlar genellikle altının değiş tokuş aracı olarak gerçek değeri konusunda yanılmıştır. Tarihte hiçbir şey altın kadar ateşli bir şekilde araştırılmamış ve bulunduğu zaman büyük bir sevinç yaratmamıştır.

Oysa bulunan her miktarda altın dünya stoklarını

artırır ve onun az bulunan bir madde olmasından kaynaklanan değerini düşürür.

Nitekim, İspanyollar, Azteklerin ve İnkaların altın stoklarını ellerine geçirdikleri zaman zenginleşemediler. Avrupa’ya altın akması onun değerini dü

şürdü. Diğer maddelerin fiyatları altına oranla arttı ve bir enflasyon meydana geldi. Zayıf bir ekonomisi olan ve dış ülkelerden mal almak zorunda olan İspanya, daha az mala karşılık giderek daha fazla altın ödemeye başladı.

Yine de altın sahibi olmakla zenginleştiğini sanan İspanya, Avrupa kıtasında sonu gelmeyen savaşlara girişti. Böylece kendisini hiçbir zaman kurtaramadığı bir iflasa sürükledi. Altınları olmayan, ama ekonomileri daha güçlü olan diğer ülkeler ise zenginleştiler.

Orta Çağ'da, değersiz maddelerden altın yapma çabaları olumsuz sonuç verdi, ama eğer olumlu sonuç verseydi asıl trajedi o zaman oynanacaktı. Altın birdenbire değer kaybetti, Avrupa ekonomisi çalkalandı ve uzun süre kendine gelemedi.

Öte yandan alet ve eşya yapımında kullanılan di

ğer metaller, altının aksine, ne kadar bol bulunursa, o kadar yararlıdır. Ne kadar çok miktarda bulunurlarsa, fiyatlan altına göre o kadar çok düşer, bolca kullanılabilirler, ekonomi güçlenir, yaşam standardı yükselir.

Ancak metallerin göreceli olarak bol miktarda elde edilebilmeleri için, insanların arasıra buldukları

külçelerden daha başka kaynaklara gereksinimleri

vardı. Metalleri cevherlerinden elde edebilmek için

yöntemler keşfedilmesi gerekiyordu; metal atomlarını birlikte bulunduğu diğer maddelerden ayırmak için yöntemler... «Metalurji»nin bu gelişmesi İ.Ö. 4000 y ıllarında Orta Doğu'da gerçekleşmiş olmalıdır. Cevherinden elde edilen ilk element bakırdır.

İ.Ö. 3000 yılları civarında bazı cevherlerin bakır ve arseniği birlikte içerdiği ve bakır-arsenik alaşımı-

nın saf bakırdan daha sert ve dayanıklı olduğu keşfedildi. Bu madde, süs eşyası dışında bir amaçla kullanılan ilk metaldi. Bundan aletler ve zırh yapıldı. Ta

şa göre bir gelişmeydi bu.

Bununla birlikte, arsenik cevheriyle çalışmak güvenlikli değildi. Arsenik zehirlenmesi insanların kar

şılaştığı ilk «endüstri hastalığı» olmalıdır.

Am a sonunda kalayı bakırla karıştırarak yeni bir alaşımın,

«bronz»un elde edilebildiği görüldü. Bu madde bakır-arsenik alaşımı kadar iyiydi ve kullanma açısından da emniyetliydi.

İ.Ö. 2000 yılında bakır kalay alaşımı yaygın bir şekilde kullanıldı ve Orta Doğu'da «Bronz Devri» başladı. Bu devirden kalan en dikkat çekici ipuçları Homer'in İlyada ve Odessa adlı destanlarıdır. Bu destanlardaki savaşçılar; bronz zırhlarla ve bronz uçlu kargılarla savaşır.

Bakır cevheri pek bol bulunmadığı için, bronzu bol olarak kullanan uygarlıklar yerli kaynaklarının tükendiğini gördüler ve dış alıma geçtiler. Kalay cevheri için durum daha da kötüydü. Bakır, yerkabuğunun başlıca bileşenlerinden değildir, ama kalay çok daha az miktarlarda bulunur. Aslında yeryüzündeki kalay miktarı, bakır miktarının 1/15 kadardır. Bu demektir ki, İ.Ö. 2500 yıllarında Orta Doğu'nun çeşitli bölgelerinde bakır hâlâ elde edilebiliyorken yerel kalay kaynakları çoktan tükenmişti.

Böylece insanlar tarihte ilk kez doğal bir kayna

ğın tükenmesiyle karşı karşıya kalıyordu; kuraklık zamanı yiyeceğin azalması gibi geçici bir olay değildi bu. Kalay madenleri boşalmıştı ve yeniden doldurmak mümkün değildi.

İnsanlar bronz kullanmayı terketmedikleri sürece, bir yerlerde yeni kalay stokları bulmak zorundaydı. Giderek genişleyen bölgelerde araştırmalar yapıldı ve sonunda İ.Ö. 1000 yıllarında Fenikeli denizciler A k deniz'den dışarı çıkarak «Kalay Adaları»nı buldular.

Kimilerine göre, bu adalar şimdiki ComwaH'ın güneybatı ucundaki Scilly Adaları'dır.

Bu sıralarda Küçük Asya'da yaklaşık İ.Ö. 1300 yıllarında demir cevherinden demir elde etmek için bir yöntem geliştirildi. Demiri birlikte bulunduğu maddelerden ayırmak bakır ve kalaya göre daha zordu. Bu işlem daha yüksek sıcaklıklarla birlikte odun kömürü kullanmayı gerektiriyordu.

Meteorik demir bronzdan daha sert ve dayanıklıydı, ama cevherinden elde edilen demir kırılgandı ve işe yaramıyordu. Bunun nedeni, meteorik demirin nikel ve kobalt içermesiydi. Demir cevherinden elde edilen demir ise pek ender olarak tatmin edici şekilde sert ve dayanıklı oluyordu. Sonunda demire kömür katılmasının onu sertleştirdiği anlaşıldı. Böylece bugün çelik olarak bildiğimiz madde elde edildi.

Demir cevheriyle uğraşan kişiler, sonunda İ.Ö.

900 yıllarında bu işin bilinçli bir şekilde nasıl yapılabileceğini öğrendi. Böylece Demir Çağı başladı. Artık bakırın ve kalayın az bulunur olmalarının bir önemi kalmadı.

İnsanların, tarih boyunca, tükenen kaynaklara karşı nasıl bir uğraş verdiklerinin bir örneğidir bu.

İlkin yeni kaynaklar bulmak için araştırmalara giriştiler, sonra, kullandıkları maddelerin yerine geçebilecek yeni maddeler buldular.!1) Metalürjinin keşfinden beri, metallerin kullanımı tarih boyunca giderek artan bir hızla çoğalmıştır. On dokuzuncu yüzyılda çelik imalatı için yeni yöntemler bulundu. Kobalt, nikel, vanadyum, niyobyum

ve

tungsten gibi eski insanların bilmediği çeşitli metalci) Keşiflerin altında yatan en önemli dürtü, yerel kaynakların azlığı ya da tükenmiş olmasıdır. On beşinci ve on altıncı yüzyıllardaki coğrafi keşiflerin başlıca amacı coğrafi bilgileri ve Avrupa'nın politik gücünü artırmak değildi. AvrupalIlar, altın, ipek ve baharat gibi sahip olmayı istedikleri, ama memleketlerinde bulamadıkları maddeleri araştırıyordu.

ler demirin içine katılarak olağanüstü özellikte metal alaşımları elde edildi. Alüminyum, magnezyum ve titanyum elde etmek için yöntemler geliştirildi ve bu metaller inşaat amacıyla büyük ölçüde kullanıldı.

Am a şimdi, insanlar, pek çok metalin dünya çapında tükenmesi gerçeğiyle yüz yüze geldi. (Dolayısıyla da uygarlığımız.) Eski metaller bile, vazgeçemeyeceğimiz yeni kullanım alanları kazandı. Ne bakır, ne de gümüş bugün süs "eşyası ya da para yapımı için gereklidir. Am a bakır metali elektrik şebekelerimiz için gereklidir, çünkü elektriği bakırdan daha iyi ileten

bir başka madde yoktur. Gümüş bileşikleri ise fotoğrafçılık için temeldir. (Altının günümüzde bile geniş bir kullanım alanı yoktur.) Öyleyse, metal madenleri şu ya da bu bölgede de

ğil ama tüm dünyada tükenince ne yapacağız? Öyle görünüyor ki, dünyamız barış içinde olsa bile, bu metallerin yerine konacak yenileri bulunamayacak ve insanlar kullandıkları teknolojilerin bir kısmını terk etmek zorunda kalacaklar, böylece de uygarlığımız gerileyecektir.

Önemli metallerimizden bazıları tükenmek üzeredir; kimi tahminlere göre bir çeyrek yüzyıl içinde.

Bunların arasında platin, gümüş, altın, kalay, çinko, kurşun, bakır ve tungsten de bulunmaktadır. Uygarlığımızın başımıza çökeceği anlamına gelmektedir bu?

Belki hayır. Bazı çareler bulunabilir.

Birincisi, tutumlu olabiliriz. Bir madde bol olarak bulunduğu zaman önemsiz şeyler için harcanır; örne

ğin, süs eşyası olarak... Bu maddeden yapılan eşya kırılıp bozulduğu zaman, onarılacak yerde atılır, yerine yenisi alınır. Aslında, bu eşya işlevini gayet güzel bir şekilde sürdürdüğü zaman bile bazen yerine yenisi alınır. Çünkü yeni alınan eşya kişinin sosyal statüsünü daha mükemmel bir şekilde belirtiyor olabilir. Tüketimi daha fazla hızlandırmak ve moda olarak kalabilmek için toplum bu tür değişiklikler yapmaya kasıtlı olarak zorlanabilir.

Amerikalı ekonomist Thorstein Veblen (1857-1929) 323

1899’da, kişinin kendi sosyal statüsünü göstermek için sürekli harcama yapması olgusunu «gösteriş için tüketim» olarak adlandırdı. Aslında, bu tür tüketim tarih öncesi çağlardan beri toplumsal yaşantının bir parçası olmuştu. Am a bu tür bir yaşantıyı, son zamanlara gelinceye dek, ancak toplumun kaymak tabakası, yani aristokratlar sürdürebiliyordu.

Oysa son zamanlarda seri üretim denen olayın gelişmesiyle gösteriş için tüketim tüm halka yayıldı. A slında, ekonomiyi sağlıklı tutabilmek ve üretimi teşvik etmek için tüketiciliğin gerekli olduğu düşünülüyordu.

Ne var ki, bazı maddelerin kaynaklarının tükenmeye başlamasıyla birlikte, insanları tutumlu davranmaya yönelten dürtü er geç güçlenecektir. Eğer pek çok kişi fakir düşer ve bu kişiler katılamadıkları tüketime karşı isyan ederse, mal alımı vesikaya bağlanabilir. Bu da pek işe yarayan bir yol değildir ama azalmaya başlayan kaynaklar eskiye göre biraz daha uzun süre idare edebilir.

İkinci olarak, az bulunan bir madde yerine daha bol bulunan bir başka madde kullanılmaya başlanabilir. Örneğin bu şekilde gümüş paraların yerini nikel ve alüminyum paralar almıştır. Genelde, metallerin yerine cam ve plastik gibi metal olmayan maddeler kullanılabilir.

Bir başka örnek isterseniz, haber iletmek için elektrik akımı yerine ışık ışınlan kullanılabilir ve bu iş verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir. Işık ışınları, saç inceliğindeki cam iplikleriyle iletilebilir. Günümüzde elektrikle haberleşmede kullanılan tonlarca

bakmn yerini cam ipliklerinden yapılan kablolar

alır. Cam, kumdan elde edilir; bu da kolay kolay tükenecek bir kaynak değildir.

Üçüncüsü, yeni kaynaklar bulunabilir. Bütün madenlerin tükenmiş olduğundan söz ederken, bizim bildiğimiz madenlerin tükenmiş olduğunu kastediyoruz.

Zaman ilerledikçe, giderek güçleşse bile yeni madenler keşfedilebilir.

Hem «tükenmiş» sözcüğüyle ne demek istiyoruz?

Maden dediğimiz zaman, yerkabuğunun belli bir par

çasında bulunan ve kârlı bir şekilde çıkartılabilen bir metal birikiminden söz ediyoruz. Topraktaki metal miktarı ne kadar az olsa da, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, maden çıkarmanın daha kârlı yollan bulunmuştur. Dolayısıyla şimdi, eskiden maden olarak kabul edilemeyecek yeni kaynaklar mevcuttur.

Bu süreç devam edebilir. Şimdi var olan madenleri düşündüğümüzde, belli bir metal tükense bile, toprakta düşük konsantrasyonlarda bulunan miktar-

lan ele geçirebildiğimiz takdirde yeni madenler bulmuş

sayılırız.

Aynca, karalardan denizlere kayabiliriz.

Deniz

diplerinde metal topaklarıyla kaplı bölgeler bulunmaktadır. Pasifik Okyanusu'nun dibinde, her bir kilometrekarede 11.000 ton kadar metal topağı bulunduğu tahmin edilmektedir. Bu topaklardan, bakır, kobalt ve nikel gibi tükenmeye başlayanlar da dahil olmak üzere, çeşitli metaller elde edilebilir. Yeter ki bunlar diplerden yukarıya çıkarılabilsin. Bunun için de birtakım planlar yapılmaktadır.

Deniz diplerini kullandığımıza

göre

denizlerin

kendisini neden kullanmayalım. Deniz suyu, çok dü

şük konsantrasyonlarda da olsa, bütün elementleri içerir, çünkü toprağa düşen yağmur, denizlere akm-caya kadar her türlü maddeyi de çözüp birlikte ta

şır. Şu anda, denizlerden, fazla bir sıkıntıya girmeden, magnezyum ve brom elde edebiliriz, dolayısıyla bu elementler gelecekte kolay kolay tükenecek gibi de

ğildir.

Her şeyin ötesinde, okyanus o derece büyüktür ki, konsantrasyonu ne denli düşük olursa olsun, belli bir metalin toplam miktarı şaşırtıcı derecede fazladır.

Deniz suyunun yüzde 3,5'i çözünmüş madde içerir, Demek ki deniz suyunun her bir kilometre küpünde 38 ton çözünmüş katı madde bulunmaktadır. Bir başka deyişle, her bir ton deniz suyunda 35 kilogram çözünmüş katı madde vardır.

Deniz suyundaki çözünmüş katı maddelerin yüzde 3,69'u magnezyum, yüzde 0,19'u bromdur. Dolayısıyla, deniz suyunun her bir tonunda 1,29 kilogram magnezyum ve 66,5 gram brom bulunur.!1) Yeryüzünde 1.400.000.000.000.000 ton deniz suyu olduğunu düşünecek olursak, denizlerdeki toplam magnezyum ve

brom miktarına ilişkin bir fikir edinebiliriz.

Denizden üçüncü bir element, iyot da elde edilebilir. İyot, göreceli olarak, az bulunan bir elementtir ve bir ton deniz suyundaki miktarı 50 miligram kadardır. Bu kadar düşük bir miktarı olağan kimyasal yöntemlerle elde etmeye çalışmak ekonomik değildir.

Bununla birlikte, deniz yosunlarının bazı türleri iyo-tu deniz suyundan emer ve dokularına depolar. Bu deniz yosunlarının küllerinden iyot elde edilebilir.

Yeni teknikler geliştirildiği takdirde, deniz suyundan diğer değerli elementler de elde edilemez mi? Okyanuslar 15 milyar ton alüminyum, 4,5 milyar ton bakır ve 4,5 milyar ton uranyum içermektedir. Ayrıca 320 milyon ton gümüş, 6,3 milyon ton altın, hatta 45

ton radyum bulunmaktadır.

Bütün sorun, bunları deniz suyundan ayırabilmektir.

Giderek, yeryüzünden başka yerlere de bakabiliriz. Kısa bir süre öncesine kadar ayda, hatta asteroidlerde maden aramak ancak bilim-kurgu öykülerine

özgü görünürken, bugün bu işin gerçekleştirilebilece

ğine inanan pek çok kişi vardır. Fenikeliler metal aramak için Kalay Adalarına gittilerse, biz de aya gideriz, Ayda maden aramak belki de Fenikelilerin Kalay Adalarında maden aramasından daha zor değildir.

Yeni kaynaklar listesini gözden geçirdikten sonra, aslında bunların hiçbirinin gerekli olmadığını da ileri sürebiliriz. Dengeli atom yapılarına sahip 81 element, (1) Ancak, her ikisi de elementer değil de çözünmüş bileşikler halindedir.

326

normal koşullar altında yok edilemez. İnsanlar bunları tüketemezler, yalnızca biçimlerini değiştirirler.

M ilyarlarca yıldır işleyen jeolojik süreçler şu ya da bu metali, şu ya da bu bölgede biriktirmişlerdir.

İnsanların yaptığı, bu metalleri ve arzu edilen diğer elementleri, yoğun oldukları bu bölgelerden giderek artan bir hızla çıkarmak, yeryüzüne dağıtmak ve bunları birbirleriyle karıştırmaktır.

Ortalığa yayılsalar, korozyona uğrasalar ve diğer maddelerle birleştirilseler bile, metaller hâlâ dünyamızdadır. Aslında hırdavatlıklar, şu ya da bu şekilde kullanılmış ve atılmış çeşitli elementlerin depo edildiği eşsiz ambarlardır. Uygun teknikler kullanıldığı takdirde, bunlar geri kazanılıp yeniden kullanılabilir.

Öyleyse, kuramsal olarak, hiçbir elementin ya da daha geniş olarak ele alırsak, hiçbir maddenin sıkıntısını çekmemiz olanaklı değildir, çünkü element olmayan maddeler de elementlerden meydana gelmiştir.

Am a kaynaklarımızı tehdit eden tehlike yalnızca bunların tükenmesi değildir. Belki de hiçbir zaman tüketemeyeceğimiz kaynaklar bile etkinliklerimiz dolayısıyla kullanılamaz hale gelebilir. Bu durumda kaynaklar var olacak, ama bize bir yararları olmayacaktır.

Kirlenme

İnsanlar aslında maddeleri tüketmez, ama onların atomlarının dizilişini değiştirir. Birisinin tükettiği bir madde, bir başka madde haline gelir. Bu yüzden, her tüketime karşılık, bunu dengeleyen bir üretim yapılır.

Oksijeni tükettiğimiz zaman karbondioksit üretiriz. Yiyecek ve su tükettiğimiz zaman ise ter, sidik ve dışkı üretiriz. Ama genel olarak, artık maddeleri kullanamayız. Karbondioksiti soluyamadığımız gibi, dışkılarım ızı da yiyip içemeyiz.

Neyse ki, yaşam dünyası ekolojik bir birimdir ve 327

bizim için artık olan maddeler diğer canlılar için yararlıdır. Yeşil bitkilerin işlevlerini yerine getirebilm esi için karbondioksit temel bir maddedir ve bitkiler, karbondioksiti kullanma süreci içinde oksijen üretirler. Meydana getirdiğimiz artıklar, çeşitli m ikroorganizmalar tarafından kimyasal bozunmaya uğrar ve bu mikroorganizmalar tarafından kullanılır, geriye kalanlardan da bitkiler yararlanır. Böylece su arıtılmış

ve yeni yiyecekler üretilmiş olur. Yaşamın attığı her şey yine yaşam tarafından kullanılır. Bu olayı «geri kazanma» süreci olarak adlandırabiliriz.

Bu durum bir dereceye kadar insanların teknoloji dünyası için de doğrudur. İnsanlar odunu yaktıkları zaman, yıldırımın doğada yapmış

olduğu şeyi

yapmaktadırlar. İnsanların yaktığı odun tıpkı yıld ırımın yaktığı ağaç gibi yaşam çevrimine girer. Ama insanların yüz binlerce yıldır yaktığı ateş, yıldırım ların yaktığı ateş karşısında önemsizdir. Bu yüzden, insanların etkinliği yaşamı fazla yüklememiştir.

Taştan yapılmış aletlerin kullanılmasını düşünelim, İri kaya parçaları sürekli olarak küçük taşlara dönüşmektedir. Kullanılamayacak kadar iri parçalar, kullanılabilecek küçük parçalara bölünür, bu parçalar da alet yapmak için yontulur. Am a alet, kenarlarının körleşmesi ve bedeninden küçük parçalar kopması sonucu işe yaramaz hale gelir.

Bu da doğal bir sürecin taklididir, çünkü rüzgârların, suların ve sıcaklık değişikliklerinin etkinlikleri zamanla kayaları kum haline getirir. Bu küçük kaya tanecikleri, jeolojik etkinlik sonucu yeniden bir araya toparlanır. Ancak bu işlem çok uzun bir zaman aralı

ğında gerçekleşir. Dolayısıyla, insanların alet yaparken kaçınılmaz olarak attıkları artıklar geri kazanılamaz.

İnsanların etkinliği sonucu işe yaramaz hale gelen ve geri kazanılamayan her şeye «kirlilik» adı verilmiştir. Küçük kaya tanecikleri yararsızdı, istenmiyordu. Bununla birlikte, kirlenme açısından fazla tehli328

keli değildi. Süpürülüp atılabilirdi ve bir zarar vermezdi.

Ne var ki, doğa içinde geri kazanılabilen artık maddeler, sınırlı bir bölge ve zaman içindeyseler, do

ğanın dönüştürme kapasitesini aşırı yüklerler ve kirlenme meydana getirirler. Örneğin, insanlar odunu yaktıkları zaman kül üretir. Bu da, kum taneleri gibi süpürülüp atılabilir ve pek baş ağrıtmaz. Ateşin yanması sonucu, başlıca karbondioksit ve su buharı olmak üzere, ortaya birtakım gazlar çıkar, ki bunlar da zararlı değildir. Bu gazların içinde gözleri rahatsız eden az miktarda başka gazlar da bulunur. Yanmamış karbon tanecikleri kurum meydana getirir ve bu da pek bir zarar vermez. Gazlarla bu küçük tanecikler gözle görülebilen bir duman meydana getirir.

Bu duman, açık havada hemencecik dağılarak zarar vermeyecek konsantrasyonlara düşer. Atmosferimizde 5.100.000.000.000.000 ton gaz vardır. İlk insanların yaktıkları ateşlerin dumanları (ve elbette yıldırım düşmesi sonucu çıkan orman yangınlarının dumanları) bu kadar büyük bir hacim içinde dağılıp gidiyordu. Duman içindeki maddeler doğal süreçle geri kazanılıyor, bitkiler tarafından kullanılarak

yeniden

odun haline dönüştürülüyordu.

Ama ateş, ışık, ısınma, yemek pişirme ve güvenlik sağlamak için belli bir barınakta kullanıldığı zaman ne olacaktı? Barınakta yüksek konsantrasyonlarda duman birikecek, havayı kirletecek, kötü bir koku verecek ve oturanları rahatsız edecekti. Sonuç dayanılmaz olmalıydı. Odun ateşinin dumanı, büyük bir olasılıkla, teknolojinin yarattığı ilk kirlenme sorunuydu.

Buna karşı yapılabilecek birkaç şey vardı. Birincisi, ateş tümüyle terk edilebilirdi, ama Taş Devrinde bile düşünülemeyecek bir şeydi bu. İkincisi, ateş açık havada yakılabilirdi ki, bu da pek çok bakımdan in sanlara uygun gelmemiş olmalıdır. Üçüncüsü kirlilik 329

sorununun üstesinden gelmek için teknolojideki bir ilerleme kullanılabilirdi. Kısacası, bacaya benzer bir sistem geliştirilebilirdi. (Belki o zamanlar tavanda bir delik açmakla yetiniyorlardı.) Bu üçüncüsü en mükemmel çözümdü.

İnsanlar, o zamandan beri, rahatsız edici yan etkilerle genellikle-bu şekilde mücadele etmişlerdir. T ercihler, kaçınılmaz olarak, gelişen ve düzelten bir teknoloji doğrultusundaydı.

Elbette, düzeltme amacıyla getirilen her yeni teknoloji başka sorunlar getirir ve bu süreç sonsuza dek sürebilir. Öyleyse, birisi çıkıp da, teknolojinin istenmeyen yan etkilerinin artık düzeltilemeyecek bir noktaya gelip gelmediğini sorabilir. Örneğin, doğanın kirlenmesi artık başedemeyeceğimiz bir noktaya gelmiş

midir? Buntın sonucu olarak teknolojimiz, hatta yaşamımız yok olabilir mi?

Nüfusun artmasıyla birlikte eski odun ateşlerinin sayısı da artmıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte yeni ateşler yakılmıştır; yağların, kömürün, petrolün ve gazların yanması gibi... Ve ateşlerin sayısı her ge

çen yıl artmaktadır.

Her ateş, şu ya da bu şekilde bir baca gerektirir ve bunların dumanlan atmosfere boşaltılır. Bu demektir ki, günümüzde bir yılda yanm milyar ton kadar kirletici madde, rahatsız edici gaz ya da katı tanecikleri halinde havaya verilmektedir. Atmosfer son birkaç on yılda, teknolojinin doğal çevrimi aşırı yüklemesi sonucu hissedilir şekilde kirlenmiştir.

Tabiatıyla, kirlenme en çok kalabalık yerlerde

kendisini göstermektedir, özellikle de endüstriyel merkezlerde. Buralarda bir sis sorunuyla karşı karşıyayız.

1948'de Pennsylvania'daki Donora'da öldürücü bir sis meydana gelmiş ve yirmi dokuz kişi yaşamını yitirmiştir. Bu durum zaman zaman Londra'da ve başka yerlerde de meydana gelmiştir. Doğrudan ölümlerin gerçekleşmediği yerlerde bile, kansere kadar varan

ciddi akciğer hastalıkları görülmüştür.

Öyleyse, teknolojimizin bizi pek yakında soluna-maz bir atmosferle başbaşa bırakması mümkün müdür?

Bu tehlike kesinlikle vardır, ama insanlık çaresiz değildir. Endüstriyel devrimin ilk on yıllarında, kentler, bilumen kömürünün yanmasından meydana gelen kalın bir duman tabakasının altında bulunuyordu.

Ama daha az duman çıkaran antrasit kömürüne dönmekle Birmingham, England ve Pittsburg gibi kentler rahatladı.

Başka önlemler almak da mümkündür. Dumanın bir tehlikesi, içinde oluşan azot ve kükürt oksitlerinden dolayıdır. Eğer yakıtlardaki azot ve kükürt bile

şikleri yanmadan önce giderilebilirse, ya da baca gazları atmosfere verilmeden önce içlerindeki oksitler çö-

kertilebilirse hava kirlenmesi büyük ölçüde engellenebilir. İşin ideali, yakıttan çıkan dumanların yalnızca karbondioksit ve su buharından meydana gelmesidir. (M

Havayı kirleten umulmadık yeni şeyler çıkabilir.

Bunun bir örneği, 1970'lerin ortasında görülen ve kloroflorokarbonlarm kullanılmasıyla ortaya çıkan freon gazıdır. Kolayca sıvılaşabilen

ve tamamen zehirsiz

olan bu madde 1930'lardan beri, çok daha zehirleyici ve tehlikeli olan amonyak ve kükürtdioksit gibi gazların yerine soğutuculardа kullanılıyordu. Son birkaç on yılda ise sprey kutularında sıvı halinde kullanılmaya başlandı. Kutudan çıkan freon buharlaşıyor ve kutunun içindeki diğer maddelerin çıkmasına yardımcı oluyordu.

Yaşam için doğrudan hiçbir zararı olmamasına karşın, 1976 yılında ileri sürülen kanıtlara göre, atmosferin üst tabakalarına ulaşan freon gazı, yeryüzünden 24 kilometre yüksekteki ozon tabakasını tahrip ediyordu. Molekülleri üç oksijen atomundan yapılmış olan bu ozon gazı tabakası morötesi radyasyonu tutmakta ve yeryüzünü yaşam için tehlikeli olan gü-

<l) İlerde göreceğimiz gibi, karbondioksitin de bazı tehlikeleri vardır.

neşin enerjik morötesi radyasyonuna karşı korumaktadır. Herhalde, denizlerdeki yeşil bitkiler, ozon tabakasını oluşturacak kadar serbest oksijen üretinceye dek, yaşam karalara tırmanamamıştır.

Eğer ozon tabakası kloroflorokarbonlar tarafından esaslı bir şekilde zayıflatılırsa, güneşin morötesi radyasyonu şiddetli bir biçimde yeryüzüne vurabilir ve deri kanseri olayları artar. Daha da kötüsü, bu ışınlar topraktaki mikroorganizmaları dehşetli bir şekilde etkileyebilir ve ekolojik dengeyi

bozarak bugün tahmin edemediğimiz, ama asla istemeyeceğimiz sonuçlar yaratabilir.

Ozon tabakası üzerindeki bu etki hâlâ tartışmalıdır, ama kloroflorokarbonlarm sprey kutularında

kullanımı büyük ölçüde

azalmıştır.

Soğutucularda

kullanmak için de başka maddeler bulunabilir.

Kirlenmeye maruz kalan yalnızca atmosfer değildir. Yeryüzünde, «hidrosfer» adını verdiğim iz bir su dünyası vardır, Yeryüzündeki su miktarı muazzamdır ve hidrosferin kütlesi atmosfer kütlesinin yakla

şık 275 katıdır. Okyanuslar 360 milyon kilometrekarelik bir alan kaplar; tüm gezegen yüzeyinin yüzde 70'

idir bu. Okyanusların yüzölçümü, Birleşik Devletler yüzölçümünün 40 katı kadardır.

Okyanusların ortalama derinliği 3,7 kilometre olduğuna göre, okyanusların toplam hacmi 1.330.000.000

kilometreküptür.

Bu miktarı insanların gereksinimleriyle karşılaştırın. Suyu, içmek, yıkanmak, temizlik yapmak, tarımsal ve endüstriyel amaçlarla kullanmak durumunda olduğumuzu düşünürsek, tüm dünya yılda 4.000 kilometreküp su kullanır. Bu miktar okyanusların hacminin 1/330.000'idir.

Okyanusların su kaynağı olarak bize doğrudan doğruya bir yararları bulunmadığı gerçeğini bilmeseydik, su sıkıntısı düşüncesi bize çok saçma görünecekti. Okyanus, gemilerimizi taşır, içinde yüzerek e ğlenmemizi sağlar ve bize deniz ürünlerini temin eder.

am a tuz içeriğinden dolayı okyanus suyunu içemeyiz.

A yn ı nedenle deniz suyuyla yıkanamayız, onu tarımda ve endüstride kullanamayız. Bunlar için tatlı suya g e reksiniriz.

Yeryüzünde ki toplam tatlı su miktarı 37 milyon kilometre küpe eşittir; toplam su stokunun yalnızca yüzde 2,7'sidir bu. Çoğu da kutuplarda ve dağ tepelerinde buz halindedir ve bize doğrudan bir yararı olmaz. Önemli bir m iktan yer altındadır ve yüzeye kolayca çıkmaz.

Bizim gereksindiğimiz tatlı su, yüzeyde, göl ve ırmaklarda bulunan sudur. Bu suyun miktan ise topu topu 200.000 kilometreküptür.

Yeryüzündeki su

stoklarının yüzde 0,015'idir bu, ama öyle bile olsa, insanların bir yılda kullandığı suyun 30 katından fa zladır.

Elbette insanlar statik bir su kaynağını kullanmazlar, aksi halde bu su otuz yıl içinde tükenirdi.

Bizim kullandığımız su doğal bir şekilde sirkülasyon yapar. Karalardan okyanuslara akar, okyanuslar güneş altında buharlaşır, meydana gelen su buhan yağmur, çiğ ya da kar halinde yere düşer. Yağışlarla gelen su katışıksız arı sudur.

Yağışlardan her yıl 500.000 kilometreküp tatlı su alırız. Elbette bunun büyük bir miktarı okyanuslara düşer. Önemli bir kısmı da kar halinde dağ tepelerine ve buzullara yağar. Belki 100.000 kilometreküpü buzların bulunmadığı kuru alanlara düşer. Bunun da bir kısmı biz kullanamadan önce buharlaşır, ama 40.000 kilometreküp kadarı göllere, ırmaklara ve kıta topraklarına eklenir. Bu yararlı yağmur suyu yine de bizim bir yılda kullandığımız miktarın 10 katıdır.

Bununla birlikte, insan gereksinimleri hızla artmaktadır. Bu yüzyılda Birleşik Devletler'de kullanılan su miktan on katma çıkmıştır ve bu hızla gidilecek olursa birkaç on yıl içinde su sıkıntısı çekilecektir.

Bu durum, yağışın gerek uzayda gerekse zaman içinde düzgün bir şekilde dağılmamış olması bakımm-333

dan daha da doğrudur. Öyle yerler vardır ki aşırı yağış alır ve suyun çoğu boş yere akar gider. Başka

/erlerde ise yağış ortalamanın altındadır ve buralarda yaşayan insanlar suyun bir damlasına muhtaçtır.

Yağışın iyice azaldığı yıllarda kuraklık olur ve ürünler birdenbire azalır. Gerçek şudur ki, dünyanın pek çok bölgesi şu anda tehlikeli bir şekilde tatlı su sıkıntısı çekmektedir.

Bu durum düzeltilebilir. İlerde bir gün havayı denetleyebileceğimizi ve istediğimiz bölgeye yağmur yağ-

dırabileceğimizi umabiliriz. Deniz suyunun doğrudan damıtılmasıyla tatlı su elde edilebilir. Bu yöntem şimdi Orta Doğu'da kullanılmaktadır. Ya da deniz suyundaki tuzları çökeltebiliriz.

Ayrıca, Grönland ve Antarktika kıyılarından kopan buz dağlan okyanuslara sürüklenir. Bu buzdağ-

ları muazzam tatlı su kaynaklarıdır, ama bir işe yaramadan eriyip okyanuslara karışırlar. Oysa buzdağ-

larını kıyılara çekerek onlardan yararlanabiliriz.

Yine, çöllerin altında bile bulunan yeraltı suları yeryüzüne çıkarılabilir, göllerin yüzeyi zararsız kimyasal maddelerle kaplanarak buharlaşma önlenebilir.

Bundan dolayı, tatlı su temini ciddi bir sorun gibi görünmemektedir. Asıl önemli olan, kirlenme sorunudur.

Suda yaşayan canlıların artıklan, içinde yaşadıkları suların dibine çökelmektedir. Bu artıklar doğal süreçlerle seyreltilir ve geri kazanılır. Kara hayvanlarının artıkları ise toprak üzerinde birikir ve burada mikroorganizmalar tarafından kimyasal bozunmaya uğrayarak geri kazanılır. İnsan artıkları da aynı sirkülasyonu izler ve büyük kentlerle bunların civarlarında doğal sirkülasyonun aşırı yüklenmeye maruz kalmasına karşın, geri kazanılabilir.

İşin kötü tarafı, endüstrinin ürettiği ve kullandı

ğı kimyasal maddeler nehirlere ve göllere boşaltılır, buradan da denizlere akar. İnsanlar geçen yüzyılda, önemli ve giderek artan miktarlarda, fosfat ve nitrat 334

içeren kimyasal gübreler kullandılar. Bunlar elbette toprağa veriliyordu, ama yağmurlarla yakındaki göllere karışıyordu. Fosfatlar ve nitratlar yaşam için gerekli olduğundan, bu göllerdeki yaşam güçleniyordu.

Bu sürece, Yunanca «iyi büyüme»

anlamına gelen

«eutrophication» (ötrofikasyon) adı verilir.

Bu, iyi bir şeymiş gibi görünmektedir, ama kimyasal maddelerin beslediği canlılar başlıca algae(') ve tek hücreli canlılardır. Bunlar öylesine hızlı ürerler ki, yaşamak için diğer canlılara yer bırakmazlar.

Algae öldüğü zaman bakteriler tarafından kimyasal bozunmaya uğrar, ama bakteriler bu süreç sırasında, gölde çözünmüş olan oksijenin çoğunu tüketir ve gölün alt kısımları hemen hemen yaşanmaz hale gelir.

Böylece göl, balık ya da içme suyu kaynağı olarak değerinin büyük bir kısmını yitirir.

Eutrophication,

bu doğal süreçleri hızlandırır, sonunda da göl önce bataklık halini alır, daha sonra da kuruyup gider.

Normal koşullarda binlerce yılda meydana gelebilecek bir olay, şimdi birkaç on yıl içinde gerçekleşebilir.

Yaşam için yararlı olan maddeler bunu yaparsa, zehirlere ne demeli?

Pek çok kimya endüstrisinde

zehirli

kimyasal

maddeler üretilir ve bu maddeleri içeren artıklar ırmaklara ya da göllere boşaltılır. Bu maddelerin buralarda zarar veremeyecek bir şekilde seyreltildikleri ve doğal süreçlerle yok edildikleri düşünülebilir. Ama bazı kimyasal maddeler seyreltildikten sonra bile zararlarını sürdürürler ve doğal süreçlerle kolayca yok edilemezler.

Kimyasal maddeler büyük ölçüde seyreltildikleri zaman doğrudan doğruya bir zarar vermeseler bile, önce bunları yiyen ilkel organizmalara, onlardan da ilkel organizmaları yiyen canlılara geçerler. Endüstrileşmiş olan Birleşik Devletler'deki hemen hemen bütün göller ve ırmaklar belli bir dereceye kadar bu şekilde kirlenmiştir.

(1) Bir tür su yosunu, (ç,n.)

Tabii ki bütün bu kimyasal artıklar sonunda okyanuslara sürüklenir. Çok büyük oldukları için okyanusların bu maddeleri bünyelerinde eritebilecekleri düşünülebilir, ama gerçek böyle değildir.

Yüzyılımızda okyanuslara marnlamayacak kadar petrol ürünü ve diğer artıklar boşaltılmıştır. Tankerlerin kazaya uğraması, petrol tanklarının yıkanması ve otomobil benzin artıklarının dökülmesiyle okyanuslara her yıl 2 ile 5 milyon ton petrol artığı karışmaktadır. Gemilerden atılan döküntüler ise yılda 3

milyon tonu bulmaktadır. Okyanuslara her yıl y a lnızca Birleşik Devletler'den 50 milyon ton kanalizasyon suyu ve diğer artıklar boşalmaktadır. Elbette bu maddelerin hepsi değil de bazıları tehlikelidir, ama bunların miktarı her geçen yıl artmaktadır.

Yaşamca zengin olan kıta sahilleri, kirlenme olayından en ciddi şekilde etkilenen bölgelerdir. Birleşik Devletlerin kabuklu deniz hayvanlarınca zengin olan sahillerinin onda biri kirlenme dolayısıyla işe yaramaz hale gelmiştir.

Bu yüzden, suların kirlenmesi, böyle devam edecek olursa, bizi yalnızca tatlı su stokları açısından değil, okyanusların canlılığı açısından da tehdit etmektedir. Okyanusların bu şekilde zehirlenerek canlılığını yitireceğini düşünecek olursak, okyanuslarda yaşayan mikroskopik yeşil bitkileri (planktonlar) de yitireceğiz demektir. Planktonlar okyanusların yüzeyinde ya da yüzeyine yakın bölgelerinde yüzerler ve atmosferdeki oksijen yenilenmesinin yüzde 80'ini sağlarlar. Şurası kesindir ki, okyanusların ölümü halinde karasal yaşam kendini kurtaramaz.

Kısacası, su kirlenmesi aşırıya varacak olursa,

dördüncü gruptan bir felaket meydana gelir ve yeryüzündeki yaşam yok olur.

Yine de mutlaka böyle bir olay olacak diye bir şey yok. Kimyasal artıklar herhangi bir tehlike ya ratmadan önce çökeltilebilir ve zarar verici etkilerini giderecek işlemler uygulanır. Bazı zehirlerin üretimi 336

yasaklanabilir. Ötrofikasyon meydana geldiği zaman ise göllerdeki algaeler toplanır ve yeniden gübre olarak kullanılır.

Karalara gelecek olursak, buralarda katı artıklar da bulunmaktadır; ne atmosfere ne de hidrosfere karışmayan artıklar; süprüntü, döküntü ve çöp gibi...

Bunlar uygarlığın başından beri insanlar tarafından üretilmektedir. Orta Doğu'nun eski kentleri döküntüleri, çöpleri biriktiriyorlar ve bunların üzerine yeni evler inşa ediyorlardı. Her kentin kendine özgü bir çöp tepesi vardır ve arkeologlar o zamanki yaşantıları öğrenmek için bu çöpleri kazmaktadır.

Günümüzde ise katı artıkları arabalara doldurup kullanılmayan bölgelere dökmekteyiz.

Böylece her

kentin paslanmayı bekleyen sayısız arabayla dolu bir otomobil mezarlığı ve üzerinde farelerin cirit attığı koca bir çöp dağı bulunmaktadır.

Sorunun ciddi bir yanı, katı artıkların giderek büyüyen bir yüzdesinin doğal süreçlerle geri kazan ı-

lamamasıdır. Alüminyum ve plastik maddeler olduk

ça uzun ömürlüdür. Yine de bunlan geri kazanmak için yöntemler geliştirilebilir. Daha önce sözünü etti

ğim kullanılmış metal madenleri işte buralardır.

Enerji : Eski Kaynaklar

Kaynakların tükenmesi sorununun da, çevre kirlenmesi sorununun da çözümü aynıdır; Geri kazanma. (') Kaynakların tükenmesi çevreden bir şeyler almak, kirlenme ise çevreye birtakım maddeleri, doğal süreçlerle geri kazanılamayacak bir hızla vermektir.

İnsanlar, kaynakların belini doğrultmak ve kirlenmeyi önlemek için geri kazanma süreçlerini hızlandırmalıdırlar.

(1) Burada yalnızca maddesel kirlenme tartışılmıştır. Kirlenmenin geri kazanmayla giderilemeyen başka şekilleri de vardır. Bunlan daha sonra ele alacağım.

Bu ise, zaman ve emekle birlikte daha iyi geri kazanma tekniklerinin geliştirilmesini gerektirir. Ve bir şey d ah a: Enerji. Deniz dibinde madencilik yapmak, aya gitmek, dağılmış element taneciklerini konsantre etmek, ya da basit bileşiklerden karmaşık maddeler yapmak enerji gerektirir. İstenmeyen artıklan yok etmek, onları zararsız hale getirmek ve geri kazanmak da enerji gerektirir. Ne denli kararlılıkla ne denli zekice ve ne denli yeni teknolojilerle kaynaklan korumayı ve kirliliği yok etmeyi öğrensek de, enerjiye muhtacız.

Ve maddi kaynakların tersine, enerji kaynaklan sonsuza dek peşpeşe kullanılamaz; enerji geri kazanılamaz. Enerjinin yok edilememesine karşın, termodinamiğin ikinci yasasına göre, onun işe dönüştürülebilen kısmı giderek azalmaktadır. Bu nedenle, enerji kaynakları için diğer kaynaklara göre daha fazla kaygı duymalıyız.

Kısacası, genel olarak kaynakların tükenmesi olasılığından söz ettiğimiz zaman, öyle görünüyor ki,

yalnızca enerji stoklarımızın tükenmesi olasılığını gözönüne almalıyız. Eğer bol ve sürekli bir enerji kaynağına sahip olursak, bu kaynağı, maddi kaynaklarımızı geri kazanmak için kullanırız ve böylece hiçbir şey tüketmemiş oluruz. Yok eğer yetersiz bir enerji kaynağına sahip olursak, ya da zengin bir enerji kaynağı tükenmeye başlarsa, çevremizi düzenleme yeteneğimizi, böylece de tüm kaynaklarımızı yitiririz.

Öyleyse, enerji açısından hangi konumdayız?

Yeryüzünde ki en büyük enerji kaynağımız, bizi ışınlarıyla sürekli yıkayan güneştir. Bitkisel yaşam, güneş ışığı enerjisini, dokularına depo ettiği kimyasal enerjiye dönüştürür. Bitkileri yiyen hayvanlar da kendi enerji stoklarını oluştururlar.

Güneş ışığı, cansız enerji biçimlerine de dönüştürülür. Yeryüzünün çeşitli bölgelerinin değişik miktarda ısınması sonucu okyanuslarda ve havada akıntılar oluşur. Bu enerjiler de kimi zaman kasırgalar 338

ve tornadolar halinde ortaya çıkar. Okyanusların buharlaşması ve yağmurların yağmasıyla,

karalarda

akarsu enerjisi üretilir.

Daha az miktarda olmakla birlikte, güneş dışında enerji kaynakları da bulunmaktadır. Dünyanın iç ısısı vardır. Bu enerji, kendini, kaynarcalar ve gayser-lerle ılımlı bir şekilde, depremler ve volkanlar ile de ürkütücü bir şekilde hissettirir. Yeryüzünün, kendisini gelgitlerle hissettiren, dönme enerjisi bulunur. Güneşten başka kaynaklardan (yıldızlar, kozmik ışınlar) gelen radyasyon enerjisi vardır.

Toprakta bulunan

uranyum ve toryum gibi radyoaktif elementler enerji verir.

Bitkiler ve hayvanlar, genellikle, dokularına depo ettikleri kimyasal enerjiyi kullanırlar. Ama en ilkel canlılar bile, cansız enerji kaynaklarını da kullanır: Örneğin bitkilerin polenleri rüzgarlarla taşınır.

Bu durum ilk insanlar için de doğruydu. İlk insanlar, kaslarındaki enerjiyi aletler yardımıyla aktarırlardı. Bu, küçümsenecek bir şey değildir. Yalnızca kas gücüyle çalışan tekerlekler, kaldıraçlar ve kamalarla büyük işler başarılabilir. Mısır piramitleri böyle inşa edilmiştir.

Uygarlığın doğuşundan önceki zamanlarda bile, insanlar, çalışmalarının verimini artırmak için hayvanların kaslarından yararlanmayı öğrenmişlerdi.

Bunun, insanları köle olarak kullanmaya göre birtakım üstünlükleri vardı. Hayvanlar insanlardan daha kolay denetlenebiliyordu. Ayrıca, hayvanlar, insanların yemeyeceği şeyleri yiyebiliyordu; böylece, yiyecek sorunu doğmuyordu. Son olarak, bazı hayvanlar insanlardan çok daha güçlüydü.

Hız ve güç açısından en başarılı evcil hayvan belki de attı. On dokuzuncu yüzyılın başlarına kadar, insanlar atlardan daha hızlı gidemediler. Birleşik Devletler gibi bir ülkenin tarım ekonomisi, memleketteki atların sayısına ve sıhhatine bağlıydı.

İnsanlar cansız enerji kaynaklarını da kullandı

lar. Nehirlerin akıntılarından yararlanarak sallarla mallar nakledildi. Rüzgârlara karşı yelken açılarak gemiler yürütüldü.

Sulardan ve rüzgârlardan,

su

çarklarıyla yeldeğirmenlerini döndürmekte de yararlanıldı. Okyanus limanlarındaki gemiler, denize açılabilmek için gelgitlerden faydalandılar.

Ne var ki, tüm bu enerji kaynakları sınırlıydı. A t örneğinde olduğu gibi, ya belli bir güçte enerji verebiliyorlardı, ya da rüzgâr örneğindeki gibi, denetlenemeyen iniş çıkışlar meydana getiriyorlardı. Y a da, ırmaklar gibi, belli coğrafik konumlara özgüydüler.

Bununla birlikte, insanlar, cansız bir enerji kaynağını; ateşi kullanmaya başladıkları zaman, bir dönüm noktası gerçekleşti.

İstendiği zaman istendiği

kadar elde edilebilen ve denetlenebilen bu enerji kaynağı, bir yerden bir yere taşınabiliyordu da.

Ateş söz konusu olduğunda, insandan başka hiçbir canlı bu yolda en küçük bir ilerleme kaydedemedi. Hominidleri diğer bütün canlılardan ayıran en

keskin sınır budur. 1 «Hominidler» diyorum, çünkü ateş ilk kez Homo sapiens tarafından değil, hominidler tarafından kullanıldı. Ateşin, en aşağı yarım milyon yıl önce yaşamış olan hominidlerden Homo erec-tus tarafından kullanıldığına ilişkin kanıtlar Çin'deki birtakım mağaralarda bulunmuştur.) Ağaçlara yıldırım düştüğü zaman, ateş, doğal bir şekilde meydana gelir; ateşin ilk kez kullanılması da kuşkusuz böyle bir olay sonucu gerçekleşmişti. Y ıld ırımların neden olduğu yangınlardan küçük ateş par

çaları alındı, odunlarla beslendi ve sönmelerine izin verilmedi. Kamp ateşinin sönmesi can sıkıcı bir durumdu, çünkü tutuşturucu olarak bir başka ateş bulmak gerekiyordu. Bulunamayınca da can sıkıcı durum bir felakete dönüşüyordu.

Bir olasılıkla, İ.Ö. 7000 yılına gelinceye kadar, sürtme yoluyla ateş yakılması bilinmiyordu. Bu yöntemin ilk kez nerede ve ne zaman kullanıldığını bilmiyoruz, bilemeyeceğiz de... Am a bildiğimiz bir şey 340

var ki, bu keşif Homo sapiens tarafından gerçekleştirilmiştir.

İlk ve orta çağlarda, ateşin başlıca yakıtı odund u !1). Diğer enerji kaynakları gibi odun da yenilene-bilyordu; ama bir farkla... Diğer enerji kaynaklan yenilenme hızlarından daha hızlı bir şekilde kullanılamaz. İnsanlar ve atlar yorulur, dinlenmeleri gerekir.

Rüzgârın ve suyun belli bir miktar enerjisi vardır, daha fazlası elde edilemez. Ama odun için durum böyle değildir. Bitkisel yaşam sürekli olarak artar ve

kendisini yeniler, öyle ki, belli bir dereceye kadar, onlan tüketmek herhangi bir zarar vermez. Odun, yenilenme hızından daha yüksek bir hızla tüketilebilir.

Nüfusun kalabalıklaşması ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte ateşin kullanımı arttıkça, uygarlık merkezlerinin hemen yakınlarında bulunan ormanlar yok olmaya başladı.

Bunları korumak mümkün değildi, çünkü teknolojide meydana gelen en küçük bir gelişme enerji ihtiyacını artırıyordu.

İnsanların da teknolojik ilerlemenin peşini bırakmaya hiç niyetleri yoktu. Böylece, bakırın ve kalayın elde edilmesi ısı gerektirdi; bu da, daha fazla odun demekti.

Demir elde etmek içinse çok daha fazla ısı gerekiyordu, ama odun, yeterince yüksek sıcaklık üretemiyordu. Ne var ki, odun kümesi, içinden az hava g e

çirilerek, ya da hiç geçirilmeden yakıldığında merkezdeki odunlar siyah ve saf karbon haline dünüşüyordu (odunkömürü). Odundan daha yavaş yanan odunkömürü, hemen hemen hiç ışık vermiyordu, ama odundan çok daha yüksek sıcaklıklar üretebiliyordu.

Odunkömürü, demir üretimini kolaylaştırdı.

Ormanlar, uygarlığın dehşetli saldırısına uğrayın-

(1) Hayvanlarla bitkilerden elde edilen hayvansal ve bitkisel yağlarla balmumu lambalarda ve mumlarda kullanılıyordu. Ama bunların katkısı çok azdı.

341

caya dek, azalmaya devam etti, ama şimdi bile tümüyle yok olmadı. Yeryüzündeki karasal bölgelerin 5 m ilyar hektarı, yani yüzde 30'u ormanlıktır.

Günümüzde, ormanları korumak için çaba harcanmaktadır. Tomrukların her yi} yüzde l 'i kesilir ve bu, 2 milyar metre küp odun sağlar. Bu miktarın yaklaşık yarısı, az gelişmiş ülkelerde hâlâ yakıt olarak kullanılır. Belki de, günümüzde, eski zamanlara göre daha fazla odun yakılmaktadır, ama o zamanlar dünya nüfusu çok azdı. Geriye kalan ağaçlar oldukları gibi korunur, çünkü günümüzde insanlığın başlıca yakıt ve enerji kaynağı artık odun değildir.

Yeryüzü tarihinin ilk zamanlarında oluşmuş olan odunlardan çoğu tümüyle yok olmadı, ama bataklıklara gömülüp karbondan başka bütün atomlarını y itirdi. Bu karbon, sedimenter kayaların altında kaldı ve sıkıştı.

Yeraltında kalarak

fosilleşmiş olan bu

odunlara bugün «kömür» adını veriyoruz. Bu madde, yüzlerce milyon yıllık bir dönem boyunca güneş ışı

ğının yarattığı depolanmış kimyasal enerjiyi temsil eder.

Günümüzde, dünyanın çeşitli yerlerine dağılmış

olarak 8 trilyon ton kömür bulunduğu tahmin edilmektedir. Eğer gerçekten böyleyse, bu demektir ki, kömür yataklarındaki karbon miktarı, yeryüzünde

yaşayan canlı organizmalarda bulunan karbon miktarının iki katıdır.

Kömürün, orta çağlarda, Çin'de yakılmış olduğu sanılmaktadır. On üçüncü yüzyılda Kubilay Han'ı z iyaret eden Marco Polo'nun bildirdiğine göre, yakıt olarak kara renkli taşlar yakılıyordu. Ancak bundan sonradır ki kara taşların Avrupa'nın şurasında burasında yakıldığı görüldü; ilk kez de Hollanda'da...

Bununla birlikte, kömürün geniş çapta kullanılması İngiltere'de gerçekleşti. Dar sınırlara sahip olan bu krallığın içindeki ormanlar ciddi bir şekilde azalmaya başlamıştı. Sorun yalnızca soğuk İngiltere ik limindeki evleri ısıtmak değildi. Büyüyen endüstri için 342

yakıta ihtiyaç vardı. Ayrıca, ülkenin güvenliğini koruyan donanma için de yakıt gerekliydi.

İngilizlerin talihine, ülkenin kuzeyinde, kolayca çıkartılabilen kömür yatakları bulunuyordu. 1660 yıllarında İngiltere 2 milyon ton kömür üretiyordu; tüm dünyada üretilen kömürün yüzde 80'inden fazlaydı bu. Böylece giderek azalan ve değer kazanan ormanlar kurtuldu. (Büyük Britanya'da şimdi yılda 150 milyon ton kadar kömür üretilmektedir, ama bu miktar, dünya üretiminin ancak yüzde 5'idir.) Demir üretimi için kömür kullanılabilseydi çok iyi olacaktı, çünkü bu iş için kullanılan odunkömürü dolayısıyla ormanlar harap oluyordu.

1603'te Hugh Platt (1552-1608), ilk kez, kömürün ısıtılarak karbon dışındaki maddelerinin nasıl uçurulacağını keşfetti. Böylece geriye «kok» adını verdi

ğim iz hemen hemen saf karbon kalıyordu. Kok, demir üretiminde, odunkömürünün yerine başarılı bir şekilde kullanıldı.

1709'da demir ustası Abraham Darby (1678-1717) kok üretimini mükemmelleştirince, kömür, dünyanın birinci derecede enerji kaynağı halini aldı. Endüstriyel Devrimi İngiltere'de gerçekleştiren şey kömürdü, çünkü buhar makinelerinde buhar üretmek için gerekli ısıyı sağlayan ve böylece fabrikalardaki çarkları döndüren,

trenleri ve gemileri yürüten kömürdü.

Ruhr, Appalachia ve Donetz havzalarındaki kömürler de, sırasıyla Almanya, Birleşik Devletler ve Sovyetler Birliği'ndeki endüstrileşmeyi olanaklaştırdı.

Odun ve kömür, katı yakıtlardır, ama sıvı ve gaz yakıtlar da vardır, 1766'da İngiliz Kimyacısı Henry Cavendish (1731-1810) hidrojeni ayrıştırıp inceledi ve yam alığından ötürü buna

«ateş gazı» adını verdi.

Hidrojen, yandığı zaman, her bir gramı için 250 kalori ısı verir; oysa en iyi kalite kömürün verdiği ısı gram başına 62 kaloridir.

Hidrojenin dezavantajı çok kolay yanması ve havayla karıştığı takdirde, en küçük bir kıvılcımla te

mas etmesi halinde, şiddetle patlamasıdır. Ve kaza sonucu olarak havayla karışması olasılığı yüksektir.

Kömür, havanın bulunmadığı bir ortamda ısıtılırsa, yanıcı gazlar üretir (kok gazı) ki, bunun yarısı hidrojendir. Diğer yarısı, hidrokarbonlarla karbonmonoksit içerir. Yanıcı olan bu gaz karışımının patlayıcılığı düşüktür.

İskoçyalı mucit YVilliam Murdock (1754-1839), kok gazının patlama tehlikesinin az olduğunu göstermek için, 1800'de evini bu gazla aydınlattı. 1803'de gazla aydınlatmayı fabrikalarda uyguladı ve 1807'de Londra caddeleri kok gazıyla aydınlatılmaya başlanmıştı.

Bu sıralarda, kayalardan yanıcı bir yağ sızıyordu. Buna «petrol» adı verildi. Latince, «kaya yağı»

demekti. Kömürün eski devirlerde yaşamış ormanların ürünü olması gibi, petrol de eski devirlerde yaşamış tekhücreli deniz canlılarının ürünüydü.

Petrolün yeryüzeyine yakın bulunan ve «bitumen»

ya da «katran» olarak bilinen bazı ürünleri eski insanlar tarafından su geçirmez maddeler olarak kullanılıyordu. Araplar ve Persler, bu maddenin sıvı olan kısımlarının yam alığın ı işaret etmişlerdir.

On dokuzuncu yüzyılda araştırmalar gazlara ve kolayca buharlaşabilen sıvılara yöneldi. O sıralarda kok gazının ve balina yağının kullanıldığı aydınlatma sistemlerini besleme gereksinimi artmıştı. Petrol, olası bir kaynaktı; damıtılan petrolün «kerosen» adı verilen sıvı kısmı lambalar için idealdi. Ancak, büyük petrol kaynakları bulmak gerekiyordu.

Pennsylvania'daki Titusville'de, bazı kişilerce toplanıp kocakarı ilacı olarak satılan petrol sızıntıları bulunuyordu. Bir demiryolu görevlisi olan Edwin Lau
-

ren tine Drake (1819-80), yeraltında büyük petrol stoklan bulunduğuna karar verdi ve bu petrolü çıkarmak işine girişti. 1859'da ilk kez verim li bir «petrol kuyusu» açmayı başardı. Bunun üzerine, başka yerlerde de sondaj işlerine başlandı ve modern petrol endüstrisi doğdu.

O zamandan beri topraktan giderek daha fazla petrol çıkarıldı. Petrolün sıvı ürünlerinden biri olan ve kerosenden daha çabuk buharlaşabilen «benzin»in bulunmasıyla ve bu maddenin otomobillerle içten yanmalı motorlarda kullanılmasıyla endüstri büyük bir hız kazandı. Petrolün gaz ürünleri de vardı. Başlıca metandan (molekülleri bir karbon atomuyla dört hidrojen atomundan meydana gelen bir madde) oluşan bu gaza «doğal gaz» adı verildi.

Yirm inci yüzyılın açılmasıyla birlikte, petrol, kömür üzerinde üstünlük kazanmaya başladı ve II. Dünya Savaşı'ndan sonra, dünya endüstrisinin başlıca yakıtı oldu.

II. Dünya Savaşı'ndan önce, Avrupa'nın enerji gereksiniminin yüzde 80'ini karşılayan kömür, 1970'lerde ancak yüzde 25'ini karşılamaya başladı.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra dünyadaki petrol tüketimi korkunç derecede arttı ve zamanımızdaki günlük tüketim 60 milyon varile ulaştı.

Drake'in ilk petrol kuyusunu açtığı günden beri topraktan 350 milyar varil petrol çıkartıldı ve bunun yarısı son yirmi yılda kullanıldı. Şu anda toprakta bulunan petrol stoklarının 660 milyar varil olduğu tahmin edilmektedir ve bu tüketim hızını sürdürecek olursak ancak otuz üç yıl yetecektir.

Ciddi bir sorundur bu. Petrol, insanların şimdiye dek buldukları en kullanışlı yakıttır. Topraktan çıkartılması, taşınması, rafine edilmesi ve kullanılması kolaydır. Yalnızca yakıt olarak değil, boya, ilaç ve plastik gibi sentetik organik maddelerin hammaddesi olarak da önemli bir kaynaktır. Endüstrileşmenin dünya çapında gelişmesini petrole borçluyuz.

Petrolden bir başka enerji kaynağına geçmek büyük sıkıntılar ve yatırımlar gerektirecektir. Yine de bu iş kesinlikle yapılmak zorundadır. Kullanımının giderek artması ve üretiminin gelecekte kaçınılmaz bir şekilde azalacak olması dolayısıyla petrol fiyatları 1970'lerden astronomik rakamlara fırlamıştır. Bu durum dünya ekonomisini ciddi bir şekilde etkilemekte

dir. 1990 yılında petrol üretimi ihtiyacın gerisinde k a lacak ve başka bir enerji kaynağı bulunamazsa dünya bir enerji sıkıntısıyla yüzyüze kalacaktır. O zaman, kaynakların tükenmesi, havanın ve suların kirlenmesi sorunları keskinleşecektir.

Evlerde, fabrikalarda,

çiftliklerde enerji sıkıntısı hissedilecek, ısı, mal ve yiyecek darlığı çekilecektir.

Öyleyse, evrende, güneşte ve yeryüzünde meydana gelecek herhangi bir felaketten korkmamıza gerek yok; kara deliklerden ve dünya dışından gelecek müdahalelerden çekinmemiz yersiz.

Bunun yerine, in sanlık tarihi boyunca giderek artmış olan enerji miktarının önümüzdeki kuşak içinde bir zirveye vardıktan sonra azalıp azalmayacağını sormalıyız kendimize. Ve bu düşüş, kendisiyle birlikte uygarlığı da

çökertecek midir? Son çare olarak geriye kalan kalıntılar üzerinde bir nükleer savaş patlayarak insanların tüm umutlarını sona erdirecek midir?

Bu felaket, şimdiye kadar tartıştığım felaketlerin hepsinden daha yakındır bize.

Enerji : Yeni Kaynaklar

Enerjinin tükenecek olması gerçeği her ne kadar yakın ve ürpertici görünse de kaçınılmaz değildir. İnsanların yarattığı bir felaket olduğundan, ertelenebilir, ya da sakınılabilir.

Diğer kaynakların tükenmesi durumunda olduğu gibi, birtakım önlemler bulunmaktadır.

Birincisi, tutumlu davranmaktır. İki yüz yıldan beri, insanlar, ucuz enerji kaynaklan bulabilecek kadar talihli olmuşlardır. Tutumlu davranmayı gerektirecek bir şey olmamıştır şimdiye dek. Tersine aşırı tüketici davranmak için nedenler vardı.

Ama, ucuz enerji devri artık sona ermiştir. Örne

ğin, Birleşik Devletler'in petrolü kendisine yetmemektedir. Bu ülke, şimdiye dek diğer ülkelerden çok daha 346

fazla petrol üretmiştir, bu nedenle de ulusal tüketim artarken, kaynaklar hızla tükenmeye başlamıştır.

Bunun anlamı. Birleşik Devletler'in giderek daha fazla petrol ithal etmek durumunda olmasıdır. Bu durum ekonomiyi olumsuz yönde etkilemekte, dolar üzerine dayanılmaz baskılar uygulamakta, enflasyonu artırmaktadır.

Dolayısıyla, tutumlu davranmak bizim için yalnızca arzu edilen değil, ama aynı zamanda mutlak olarak zorunlu olan bir harekettir.

Enerji konusunda tutumlu davranabileceğimiz pek çok yer vardır; ilk olarak büyük miktarda enerji yutan askeri amaçlı makinelerle başlayabiliriz. İntihar etmeksizin savaşmak olanaksız olduğundan, birbiriyle yarışan askeri araçların bakımı enerji açısından astronomik rakamlara varmakta ve dünyanın başlıca enerji kaynağı kurumaktadır. Akıllıca bir davranış

değildir bu.

Doğrudan doğruya tasarruf yapmanın yanı sıra, halen kullanılan petrol kuyularının verimini artırarak daha fazla petrol elde etme olasılığı da vardır.

Ayrıca, yanan petrolden (ve genel olarak tüm yakıtlardan) elde edilen enerji verimi artırılabilir. Günümüzdeki teknolojiye göre, yanan yakıt patlama

meydana getirerek içten yanmalı motorun hareketli kısımlarını çalıştırır; ya da suyu buhara dönüştürerek meydana getirdiği basınçla elektrik üreten türbini çevirir. Bu tür makinelerde, yanan yakıtın enerjisinin ancak yüzde 25 ile yüzde 40'ı faydalı iş haline dönüştürülebilir; enerjinin geri kalan kısmı kullanılmamış

ısı halinde kaybedilir. Bu makinelerin verimini artırma umudu pek yoktur.

Bununla birlikte, başka yöntemler bulunmaktadır.

Yanan bir yakıt ısıttığı gazın atomlarını ve moleküllerini parçalayabilir. Böylece meydana gelen elektrik yüklü parçacıklar manyetik bir alan içinde hareket ettirilerek elektrik akımı üretilebilir. «Magnetohidrodinamik» (MHD) adı verilen bu yöntemle, konvansi-347

yönel tekniklere göre daha yüksek verim le iş elde edilebilir.

Bunun gibi, yakıtı ve oksijeni bir elektrik hücresinde birleştirerek, açığa ısı çıkarmadan elektrik üretmek kuramsal olarak mümkündür. Bu yöntemle yüzde 75'lik bir verime kolayca ulaşılabilindiği gibi, yüzde 100'lük verimlere de yaklaşılabilinir. Bu yakıt hücreleri henüz imal edilememiştir, ama bu konudaki pratik güçlüklerin üstesinden gelinebilinir.

Ayrıca, yeni petrol kuyuları keşfedilebilir. Son yarım yüzyılın öyküsü, tükeneceği tahmin edilen ama bir türlü tükenmeyen petrol kuyularının öyküsüdür.

II. Dünya Savaşı'ndan önce, petrol üretiminin 1940'

larda azamiye varacağı ve sonra giderek tükeneceği sanılıyordu. Savaştan sonra bu tarih 1960'lara ertelendi; şimdi de 1990'a. Bu tarih ertelenmeye

devam edecek midir?

Doğrusu, buna güvenemeyiz. Tahmin edilen tarihleri erteleyen şey, zaman zaman yeni petrol kaynaklarının bulunması olmuştur. Bunların en zengini, II.

Dünya Savaşı'ndan sonra şaşırtıcı bir şekilde keşfedilmiş olan Orta Doğu'daki kaynaklardır. Günümüzde bilinen petrol rezervlerinin yüzde 60'ı İran Körfezi civarındaki sınırlı bir bölgede bulunmaktadır. (Burası, ilginç bir rastlantı sonucu, uygarlığın beşiği olan bölgedir de.)

Bir kez daha bu derece zengin bir kaynakla karşılaşmamız olası değildir. Geçen her on yılla birlikte, yeryüzünün pek çok kesimi, giderek gelişen tekniklerle taranmaktadır. Kuzey Alaska'da ve Kuzey Denizi'nde bir miktar petrol bulunmuştur; kıta sahanlıklarında yapılan sondajlar da sürmektedir. Ama bir gün, büyük bir olasılıkla, artık hiçbir petrol yatağına rastlayamayacağımız bir noktaya gelinecektir.

Ne denli tutumlu davransak, verim i artırsak ve yeni petrol kuyuları bulsak da, öyle görünüyor ki, petrol kuyuları tükenmeden önce yirmi birinci yüzyılı çıkartamayacağız. öyleyse ne olacak?

Petrol, bu maddenin yeryüzü tabakaları arasına sıkışmasından meydana gelmiş olan kuyulardan başka kaynaklardan da elde edilebilir. «Şist» adı

verilen bir kaya tipi vardır. Bu kayanın içerisinde «kerojen»

denilen, katranımsı, organik bir madde bulunmaktadır. Şist, ısıtıldığı zaman, kerojen molekülleri parçalanır ve ham petrole çok benzeyen bir madde elde edilir. Yerkabuğundaki şist petrolü miktarı, kuyulardaki petrolün 3.000 katı kadar olabilir. Birleşik Devletler'in batısındaki bir şist alanı, Orta Doğu'daki petrolün yedi katı petrol içermektedir.

Bütün sorun, şistin kazılması, ısıtılması ve böylece petrolün üretilmesidir. (En zengin şist yataklarında bile, bir ton kayadan ancak iki varil petrol üretilebilmektedir.) Elde edilecek olan ham petrol, şimdiki yöntemlerden tamamen farklı yeni yöntemlerle rafine edilmek zorundadır. Bundan sonra, kullanılmış

olan şist artığının giderilmesi sorunu gelmektedir.

Güçlükler ve masraflar çok büyüktür. Ayrıca, kuyulardan çıkan petrol, henüz, insanların paralarını bu yönde harcamalarını teşvik edecek kadar boldur. Yine de, gelecekte, kuyu petrolü azalınca, şist petrolü ağırlığını koyacaktır. (Elbette, daha pahalı olarak.) Öte yandan, enerji kaynağı olarak kömür de bulunmaktadır. Kömür, petrolden önce, birinci derecede enerji kaynağıydı; hâlâ da olabilir. Yaygın olan bir görüşe göre, şimdiki enerji tüketim hızını sürdürdü

ğümüz takdirde bile, yeraltında, bizi daha binlerce yıl idare edecek kadar kömür bulunmaktadır. Bununla birlikte, kömürün hepsi şimdiki madencilik teknikleriyle elde edilemez. Yine de, en muhafazakâr tahminlere göre, günümüzdeki teknolojiyle çıkarılabilen kömürler daha yüzlerce yıl yetecek ve o zamana kadar madencilik teknikleri gelişecektir.

Öte yandan, madende kazı yapmak tehlikeli bir iştir. Patlamalar, zehirlenmeler ve çökmeler olmaktadır. Madende çalışmak fiziksel açıdan güçtür ve madenciler akciğer hastalıklarından ölmektedir. Maden

de yapılan çalışmalar maden çevresindeki araziyi tahrip etmekte ve kirletmektedir. Kömür, bir kez madenden çıkartılınca, mutlaka nakledilmelidir; petrolün boru hatlarıyla pompalanmasından çok daha çetin bir iştir bu. Kömürle çalışmak ve kömürü tutuşturmak petrole göre güçtür ve kömür yandığı zaman ardında yoğun bir kül bırakır. Ayrıca, kullanılmadan önce özel bir temizleme işleminden geçirilmezse, havayı kirleten bir duman verir. Sonra, çevrenin görünümü bozulur.

Yine de, daha gelişmiş tekniklerle yeni yaklaşımlarda bulunabiliriz. Maden kazıları yapıldıktan sonra bölge tekrar eski özgün haline getirilebilir. (Elbette, bunu yapmak, zaman, emek ve para gerektirir.) A y rıca, maden içinde de pek çok şey yapılabilir ve böylece büyük kütleler halinde gerçekleştirilen taşımacılıktan kaçınılabilir.

Örneğin, magnetohidrodinamik tekniklerle elektrik üretmek üzere, kömür, maden bölgesinde yakılabilir. Bu durumda, nakledilmesi gereken kömür de

ğil de elektriktir.

Kömür, benzer şekilde, karbonmonoksit, metan ve hidrojen gazlan vermek üzere yakılabilir. Bu gazlar birtakım işlemlerden geçirilerek doğal gaz, benzin ve diğer petrol ürünleri elde edilebilir. Bu durumda da, kömür yerine gaz ve petrol nakledilecek ve kömür madenleri yeni petrol kuyuları haline dönüşecektir.

Kömür halinde kullanılması gereken kömür de (örneğin, çelik üretiminde olduğu gibi) daha verimli bir şekilde kullanılabilir. Belki ince bir toz haline getirilebilir, böylece daha kolay nakledilebilir, tutuştu-rulabilir, denetlenebilir.

Şist petrolü ve kömür madenleri yardımıyla, petrol kuyuları kuruduktan sonra bile, günümüzdeki

teknolojiyi birkaç yüzyıl daha sürdürebiliriz.

Bununla birlikte, yöntemlerimiz ne denli gelişirse gelişsin, petrol ve kömürle ilgili olarak, ciddi bir güç

lük bulunmaktadır. Bu «fosil yakıtlar», yüzlerce milyon yıldan beri toprak altında kalmışlardır ve hiçbir zaman atmosferde bulunmamış olan trilyonlarca ton karbon içermektedirler.

Şimdi, bu fosil yakıtları giderek artan bir hızla yakmakta, karbonu karbondioksite dönüştürerek atmosfere vermekteyiz. Karbondioksitin bir kısmı okyanuslarda çözünür. Bir kısmı bitkiler tarafından absorbe edilebilir. Ama yine de bir kısmı havada kalacak ve atmosferik karbondioksit miktarını artıracaktır.

Örneğin, 1900 yılından beri, atmosferdeki karbondioksit miktarı yüzde 0,029'dan yüzde 0,032'ye yükselmiştir. Yapılan tahminlere göre, 2000 yılındaki konsantrasyon yüzde 0,038'e ulaşabilir; bir yüzyıl içinde yüzde 30 artış demektir bu. Bu durum, hiç değilse kısmen, yakılmış olan fosil yakıtların bir sonucudur.

Kısmen de ormanların azalmış olmasının bir sonucu olabilir, çünkü ormanlar karbondioksiti önemli derecede absorbe eder.

Elbette, atmosferde bulunan karbondioksit miktarındaki artış fazla değildir. Fosil yakıtları yakma işlemi sürse, hattâ hızlansa bile, ulaşılacak en yüksek konsantrasyon yüzde 0,115 olarak tahmin edilmektedir. Bu miktar, solunum yapmamıza engel olmayacaktır.

Ne var ki, kaygılanmamız gereken şey solunum sorunu değildir. Karbondioksit oranındaki en küçük bir artış, sera etkisini önemli derecede şiddetlendire-cektir. Yeryüzünün ortalama sıcaklığı, artan karbondioksit dolayısıyla, 2000 yılında, 1900 yılına göre 1 derece Celsius daha yüksek olabilir. (*) Yeryüzünün ikil) Sera etkisi, endüstriyel etkinlikler dolayısıyla havaya karışan tozlar tarafından dengelenmektedir. Tozlar, atmosfere gelen güneş ışınlarını geri yansıtır ve yeryüzünün soğumasına neden olur Nitekim, 1970'lerde alı

şılmamış derecede soğuk kış mevsimleri yaşadık. Yine de, karbondioksitin ısıtıcı etkisi sonunda yarışı kazanacaktır.

limini ciddi bir şekilde etkileyecek noktaya gelmek için bundan daha fazla zaman gerekecektir. Ama o noktaya varıldığında buz başlıkları erim eye başlayabilir ve deniz düzeyinden daha aşağıda kalan bölgeler bir felakete uğrayabilir.

Aslında, şu düşünceyi ileri süren kişiler de bulunmaktadır: Eğer karbondioksit miktarı belli bir noktanın üzerine çıkacak olursa, okyanusların ortalama sıcaklığındaki küçük bir artış, suda çözünmüş olan karbondioksiti atmosfere salacak ve böylece şiddetlenen sera etkisi okyanusların sıcaklığını artırıp giderek

daha fazla karbondioksitin

atmosfere karışmasına

neden olacaktır. Bu şekilde gelişen sera etkisi, sonunda, yeryüzü sıcaklığını suyun kaynama noktası üzerine çıkarabilir ve dünyayı yaşanamaz hale getirebilir. Fosil yakıtların yakılmasının felaketsel bir sonucu olacaktır bu.

Bir öneriye göre, kısa bir süre süren sera etkisi dolayısıyla, yeryüzü geçmişte ürkütücü olaylar yaşamıştır. Yaklaşık 75 milyon yıl önce, düzlük tektonikleri yerkabuğunu o şekilde değiştirmişlerdir ki, birtakım sığ denizler

kurumuştur. Bu denizler özellikle algaeler açısından zengindi. Algaeler havadaki karbondioksiti absorbe etmeye yarıyordu. Sığ denizler kuruyup da okyanuslardaki algae miktarı azalınca atmosferik karbondioksit arttı ve yeryüzü ısındı.

İri hayvanlar, vücut ısılarını küçük hayvanlara göre daha zor kaybeder ve vücutlarını serin tutmayı güçlükle başarırlar. Sıcaklığa karşı özellikle duyarlı olan sperm hücreleri bu zamanda zarar görmüş

olmalıdır. Böylece iri hayvanlar üreme güçlerini y itirmişlerdir. Dinazorlar bu şekilde tükenmiş olabilir.

Buna benzer, hattâ daha kötü bir yazgı da bizi beklemekte midir?

Diğer durumlarda bizi felaketlerden kurtaracak şeyin teknolojideki

ilerlemeler olduğuna güvenmiştim. İnsanlar, fazla karbondioksiti giderecek şekilde atmosferi arıtabilirlerdi. Ama, sera etkisi gerçekleşe-352

cek olursa, bu olayla o kadar çabuk yüzyüze gelece

ğiz ki, bu zamana kadar teknolojimizin bizi kurtarabilecek kadar hızla ilerleyeceğini tahayyül etmek güçtür.

O zaman, yeni petrol kuyulan bulmak ya da petrol kuyuları yerine şist petrolü veya kömür kullanmak gibi projeler pratik önemini yitirebilir. Yani, kaynağı ne olursa olsun, fosil yakıtların sera etkisi yaratmayacak bir hızla yakılmaları gerekecektir. Bu durum bize başka seçenekler bırakmakta mıdır? Yoksa gelecek yüzyılda uygarlığın çökmesini umutsuzca beklemeli miyiz?

Seçenekler vardır.

İnsanların fosil yakıtlardan

önce tanıdığı eski enerji kaynakları bulunmaktadır.

Biz insanların ve hayvanların kas gücü vardır. Rüzgârlar, hareket eden sular, gelgitler, yeryüzünün iç ısısı ve ağaçlar vardır. Bütün bunlar ciddi bir kirlenme yaratmaz, yenilenebilir, üstelik de tükenmezler.

Dahası, bu kaynaklar eski zamanlara göre daha bilgili bir şekilde kullanılabilir.

Örneğin, ısınmak ya da demir üretiminde kullanılan odun kömürünü yapmak için ağaçları çılgınca kesmek zorunda değiliz. Karbondioksiti hızla absorbe eden ve dokularını depolayan bitkiler yetiştirebiliriz.

Bu bitkileri doğrudan doğruya yakabiliriz. Ya da, daha iyisi, kendilerinden yanıcı yağlar çıkarılabilen türler yetiştirebiliriz. Doğal bir şekilde elde edilen bu tür yakıtlar, gelecekte otomobillerimizi ya da fabrikalarımızı çalıştırabilir.

Bitkilerden üretilen yakıtların en büyük avantajı, bunların havaya sürekli olarak karbondioksit ilave etmemesidir. Elde edilen yakıt, birkaç ay ya da yıl önce havadan absorbe edilmiş olan karbondioksitten üretilmektedir ve böylece bir dönüşüm olmaktadır.

Bunun yanısıra, yeldeğirmenleri ya da onların eşdeğeri makinalar inşa edilebilir. Bunlar eskiye göre daha verimli bir şekilde işletilip daha fazla enerji elde edilebilir.

insanlığın geleceği

353/23

Eski zamanlarda, gelgitlerden yalnızca gemileri limanlardan çıkarmak için yararlanılıyordu. Şimdi ise yükselen sular depolanabilir ve sular çekildiği zaman yüksekte bulunan depolanmış su akıtılarak türbinler döndürülebilir ve böylece elektrik elde edilir.

Yeryüzü iç ısısının yüzeye yakın olduğu yerlerde, bu ısıdan buhar elde edebilir. Elde edilen buharla türbinler döndürülerek elektrik üretilebilir. Elektrik üretmek için, tropikal bölgelerdeki okyanusların yüzey ve dip suları arasındaki sıcaklık farklarından yararlanabileceğimiz ileri sürülmüştür.

Bu enerji türlerinin hepsi güvenilir ve tükenmezdir. Tehlikeli kirlenmeler yaratmazlar ve yeryüzüyle güneş var olduğu sürece yenilenebilirler.

Bununla birlikte, bunlar bol değildir. Tek başlarına da, birlikte de kullanılsalar, son iki yüzyıldır kömürün ve petrolün gerçekleştirdiği gibi, insanların tüm enerji gereksinimlerini karşılayamazlar. Bu, onların önemli olmadığı anlamına gelmez. Her şeyin ötesinde, belli bir yerde ve zamanda ve belli bir amaç için, en uygun enerji biçimleridir. Hepsi birlikte kullanıldığı takdirde, fosil yakıtların yerini alabilirler.

Bütün bu diğer enerji türleri mevcut olunca, fosil yakıtlar, iklimi bozmayacak şekilde, daha yavaş bir hızla yakılabilir ve bu durum uzun süre devam edebilir. Bu süre sırasında da, güvenilir, tükenmez ve bol olan bazı enerji türleri geliştirilebilir.

İlk soru şudur: Bu özellikleri kendisinde toplamış olan bir enerji türü var mıdır? Bunun yanıtı da.

«Evet, vardır,» şeklindedir.

Bol Enerji

Radyoaktivitenin 1896'da Fransız fizikçisi Antoine Henri Becquerel (1852-1908) tarafından keşfedilmesinden topu topu beş yıl sonra, Pierre Curie, radyumun parçalandığı zaman verdiği ısıyı ölçtü. Bu olay,.

atomun içinde herhangi bir yerde, o zamana kadar hiç kimsenin düşünmediği kadar büyük bir enerji bulunduğunun ilk göstergesiydi.

Bunun üzerine, hemen, bu enerjiden nasıl yararlanılabileceği hakkında spekülasyonlar yapılmaya başlandı. İngiliz bilimkurgu yazarı H. G. VVells, Curie'

nin keşfinin ilan edilmesinden hemen sonra, «atom bombalan» adını verdiği şeyler üzerine düşünceler ileri sürdü.

Bununla birlikte, atomik enerjinin (daha doğru bir deyişle «nükleer enerji»nin, çünkü bu enerji atomun çekirdeğini toplu halde tutan enerjiydi ve kimyasal reaksiyonların temeli olan dış elektronlarla hiçbir ilgisi yoktu) serbest bırakılabilmesi için bu enerjinin ilk önce atomun içine yerleştirilmesi gerektiği ortaya çıktı. Atom pozitif elektrikle yüklü enerjik altatomik parçacıklarla bombardıman edilmeliydi. Altatomik parçacıkların pek azı çekirdeğe çarpıyor ve bunların da pek azı pozitif elektrikle yüklü çekirde

ğin itme gücünü yenebiliyordu. Böylece enerji serbest bırakılıyordu.. Am a elde edilen sonuca göre, atomun içindeki enerjiyi açığa çıkarmak için daha fazla enerji vermek gerekiyordu. Öyleyse, nükleer enerjiyi kullanmak isteği boş bir hayaldi.

Ne var ki, 1932'de James Chadwick (1891-1974) tarafından

yeni bir altatomik parçacık keşfedildi.

Elektrik yüküne sahip olmadığından buna «nötron»

adı verildi. Elektrik yüküne sahip olmayan nötron, elektrikle yüklü çekirdeğe kolayca yaklaşabiliyordu.

Dolayısıyle,

nötronun atomik çekirdekle çarpışması ve onun içine girebilmesi için fazla enerji gerekmiyordu.

f

Nötron, altatomik bir «mermi» olarak hemen tutuldu. İtalyan fizikçisi Enrico Fermi (1901-54) atomları nötronlarla o şekilde bombardıman etti ki, bombardıman edilen elementler periyodik listenin bir üstündeki element haline dönüşüyordu. Uranyum, 92 numaralı elementti; listenin en üstündeydi. 93 numaralı 355

herhangi bir element bilnmiyordu. Permi, bilinmeyen bu elementi oluşturmak amacıyla uranyumu bombardıman etti.

Sonuçlar şaşırtıcıydı. Diğer fizikçiler de bu deneyi tekrar etti ve bir anlam çıkarmaya çalıştı; özellikle Alman fizikçisi Otto Hahn (1879-1968) ve çalışma a rkadaşı AvusturyalI Lise Meitner (1878-1968). Meitner, nötronla çarpışan bir uranyum atomunun iki parçaya bölündüğünü («uranyum fisyonu») 1938'in sonlarına doğru anladı, Meitner, bu sırada, Yahudi olduğu için,

İsveç'te sürgündeydi; Nazi Almanyasını terk etmeye zorlanmıştı. Ama düşüncelerini 1939'da Danimarkall fizikçi Niels Bohr'a (1885-1962) aktardı. O da bu bilgileri Birleşik Devletlere getirdi.

Macar asıllı Amerikalı fizikçi Leo Szilard (1898-1964), bu bilgilerin önemini anladı. Uranyum atomu, fisyona uğradığı zaman, kendisine çarpan nötronun enerjisinden çok daha büyük bir enerjiyi salıveriyordu. Dahası, uranyum atomu, fisyona uğradığı zaman, iki ya da üç nötronu açığa çıkartıyordu, öyle ki, bu nötronlar diğer uranyum atomlarına çarparak daha fazla enerji üretiyordu.

Böylece meydana gelen «zincirleme reaksiyon», saniyenin çok küçük bir kısmı içersinde muazzam bir patlama yaratabiliyordu.

Szilard, Amerikalı bilim adamlarını, bu çalışmalarını saklamaya ikna etti (çünkü Alm anlar uygar dünyaya karşı bir savaş başlatmak üzereydiler) ve sonra Albert Einstein'den bu konu üzerine yazılmış

bir mektubu alarak Başkan Roosevelt'i bu çalışmaları desteklemeye çağırdı. II. Dünya Savaşı'mn bitiminden önce, üç adet uranyum fisyon bombası imal edildi. Bir tanesi, 16 Temmuz 1945'de, New Mexico'daki Alamogordo'da denendi ve başarılı oldu. Diğer ikisi Japonya'ya atıldı.

Bu sırada, bilim adamları, uranyum fisyonunun kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmesi için bir yön-356

tem buldular. Fisyon hızı belli bir düzeye geliyor ve bu noktada sürüp gidiyordu. Yanan kömürden ya da petrolden elde edilen işin ya da elektriğin iki katını gerçekleştirebilecek kadar ısı üretiliyordu.

1950'lerde, Birleşik Devletler, Büyük Britanya ve Sovyetler Birliği'nde,

uranyum fisyonuyla çalışan

elektrik santrallan kuruldu. O zamandan beri, dünyadaki çeşitli devletler tarafından «nükleer fisyon reaktörleri» inşa edildi ve bunlar, dünyanın enerji gereksinimine esaslı katkıda bulundu.

Nükleer fisyon reaktörlerinin bazı üstünlükleri vardır. Birincisi, uranyum, aynı ağırlıktaki kömür ya da petrolden çok daha fazla enerji üretir. Aslında, uranyumun bol bulunan bir metal olmamasına kar

şın, yapılan tahminlere göre,

dünyadaki uranyum

stoklan,

fosil yakıt stoklanna göre, on ile yüz kat enerji sağlayacaktır.

Uranyumun daha verimli olamamasının bir nedeni, yeryüzünde iki tip uranyum bulunması ve bunlardan yalnızca birinin fisyon reaksiyonu vermesidir.

Uranyum-238 ve uranyum-235 adı verilen iki tip uranyumdan yalnızca uranyum-235, rlötronla bombardıman edildiği zaman fisyon reaksiyonu verir. Ne var ki, uranyum-235, doğada bulunan tüm uranyumun ancak yüzde 0,7'sini oluşturur.

Bununla birlikte, fisyona uğrayan çekirdeğin, alelade uranyum-238 ya da buna benzeyen toryum-232

ile çepeçevre kuşatıldığı

nükleer fisyon reaktörleri

inşa etmek mümkündür. Çekirdekten sızan nötronlar uranyum ya da toryum atomlarına çarpar ve onları diğer tip atomlara dönüştürür. Böyle bir reaktör, fisyona uğrayabilen plutonyum-239 ve uranyum-233'ü yakıt olarak üretir. Aslında, ürettiği yakıt, kendi tükettiği uranyum-235den çok daha azdır ve bu yüzden bu reaktöre «üretici reaktör» adı verilir.

Şimdiye kadar kullanılan reaktörlerin çoğu üretici reaktör değildir, bazı üretici reaktörler ta 1951'de bile inşa edilmiştir ve istendiği zaman daha fazlası 357

da inşa edilebilir. Üretici reaktörlerin kullanılmasıyla, dünyadaki tüm uranyum ve toryum fisyona uğrayabilir ve enerji üretebilir. Böylece insanlık, fosil yakıtların 3.000 katı kadar bir enerji kaynağına sahip olacaktır.

Normal nükleer fisyon reaktörlerinin kullanılması halinde, insanların sahip olduğu enerji kaynağı, bugünkü hızla

tüketimde bulunduğumuz takdirde, yüzyıllarca yetecektir.

Üretici reaktörlerin kullanılması halinde ise yüzbinlerce yıl yetecek bir enerji kaynağına sahip olacağız.

Bu kaynak tükeninceye

kadar, daha iyi bir strateji izlemek için bol vaktimiz olacak. Dahası, nükleer fisyon reaktörleri, ister normal isterse üretici cinsten olsun, karbondioksit ya da havayı kirleten başka bir kimyasal madde üretmezler.

Bu avantajların yanında ne gibi sakıncalar olabilir? Her şeyden önce, uranyum ve toryum, yerkabu-

ğuna öyle bir şekilde dağılmışlardır ki, bunları elde edip bir araya toparlamak güçtür. Belki de mevcut olan uranyum ve toryumun ancak pek az bir kesimini kullanabiliriz. İkincisi, nükleer fisvon reaktörleri büyük ve p a h a lı tesislerdir, bakımı ve onarılması kolay değildir. Üçüncüsü ve en önemlisi, nükleer fisyon reaktörleri yeni ve son derece öldürücü bir kirlilik sunmaktadır: Şiddetli radyasyon.

Uranyum atomu fisyona uğradığı zaman, radyoaktif özelliğe sahip ve kendisinden daha küçük bir dizi atom üretir; bunlar uranyumdan çok daha şiddetli radyoaktiviteye sahiptir. Bu radyoaktivite, emniyetli düzeye çok yavaş iner; bazı hallerde binlerce yıl sonra. Bu «radyoaktif kül» son derece tehlikelidir, çünkü daha sinsice de olsa, atom bombası kadar öldürücüdür.

Eğer insanlığın enerji gereksinimi tümüyle fisyon reaktörlerinden karşılansaydı, her yıl meydana gelen kül içindeki radyoaktivite, milyonlarca fisyon bombası patlamasına eşdeğer olacaktı.

Radyoaktif kül, binlerce yıl çevreye bulaşmayacak şekilde, emniyetli yerlerde depo edilmelidir. Pas

lanmaz çelikten yapılmış kaplarda saklanabilir, ya da ergimiş camla karıştırılarak dondurulabilir. Çelik kaplar ya da camlar, yeraltındaki tuz madenlerinde, Antartika'da ya da okyanusların dibindeki kayaların altına depo edilebilir.

Bu artıklardan kurtulmak için

şimdiye kadar çeşitli yöntemler ileri sürülmüştür.

Hepsinin de iyi yanlan bulunmasına karşın, hiçbiri güvenlik açısından yeterince tatmin edici değildir.

Aynca, bir nükleer fisyon reaktörünün kontroldan çıkması her zaman için olasıdır. Reaktör öyle dizayn edilmiştir ki, havaya uçması mümkün değildir.

Am a çok miktarda fisyon maddesi kullanılır ve fisyon reaksiyonu kaza sonucu hızlanacak olursa, güvenilir erime noktasını aşar, çekirdek aşırı ısınır, etrafındaki koruyucu kaplamayı eritir ve çevreye öldürücü derecede radyasyon yayılabilir.

Bazı kişiler, üretici reaktörlerin çok daha öldürücü olduğunu sanmaktadır, çünkü bunların kullandığı yakıt, metal plütonyumdur. Bu ise uranyumdan daha radyoaktiftir ve radyoaktivitesini yüz binlerce yıl korur. Plütonyum, bazı kişilerce, yeryüzündeki en öldürücü madde olarak düşünülmektedir ve bunun çevreye kaçarak dünyayı yaşanmaz hale getirmesinden korkulmaktadır.

Plütonyumun, terörizmin etkinliğini arttırmasından da korkulmaktadır. Teröristler, plütonyumu ellerine geçirirlerse, patlatma ya da zehirleme tehdidiyle dünyaya şantaj yapabilirler. Bu, şimdiye kadar ellerinde bulundurdukları silahların en korkuncu olacaktır.

İnsanları, böyle şeylerin asla olmayacağına inandırmak mümkün değildir. Dolayısıyla, nükleer fisyon reaktörlerinin inşa edilmesine karşı çıkışlar giderek artmaktadır. Nükleer fisyon santrallarmın sayısı, 1950’

lerde sanıldığından çok daha yavaş artmaktadır.

Ama, nükleer enerji elde etmenin tek yolu fisyon değildir. Evren genelinde üretilen enerjinin başlıca kaynağı, hidrojen çekirdeğinin füsyon reaksiyonuyla 359

helyum çekirdeğine dönüşmesidir. Alm an asıllı Am erikalı fizikçi Hans Albrecht Bethe'nin (1906-) 1938'de ileri sürdüğü gibi, yıldızların ışımasını sağlayan bu

«hidrojen füsyonu» olayıdır.

Fizikçiler, II. Dünya Savaşı'ndan sonra, laboratuvarda hidrojen füsyonu meydana getirm eye giriştiler.

Bunun için, milyonlarca derecelik sıcaklıklara gereksinimleri vardır. Ayrıca, bu yüksek sıcaklıklara eri

şirken, hidrojen gazını bulunduğu yerde tutmaları gerekiyordu. Güneş ve diğer yıldızlar, çekirdeklerindeki hidrojeni muazzam yerçekimsel kuvvetlerle tutuyorlardı ki, böyle bir kuvvet yeryüzünde elde edilemezdi.

Bu işi başarmanın bir yolu, hidrojeni çok hızlı ısıtarak genleşip uçmasına

engel olmaktı. Böylece

füsyon olayı gerçekleştirilebilecekti. Bir nükleer f'isyon bombası bu mekanizmayı harekete geçirebilirdi.

Nitekim, Birleşik Devletler, 1952'de bir bomba patlattı. Bu bombada, uranyumun fisyonuyla hidrojenin füsyonu sağlandı. Çok kısa bir süre sonra, Sovyetler Birliği de bu olayı gerçekleştirdi.

Böyle bir «nükleer füsyon bombası» ya da «hidrojen bombası», fisyon bombalarından çok çok daha güçlüdür ve hidrojen bombası şimdiye dek hiçbir savaşta kullanılmamıştır. Füsyon bombaları, harekete geçebilmek için yüksek sıcaklıklara gereksindiklerinden, bunlara «termonükleer bombalar» adı da verilir.

Bu bombaların, önceki bölümlerde ele aldığım gibi, bir «termonükleer savaşta»

kullanılması,

dünyayı

dördüncü gruptan bir felaketin eşiğine getirebilir.

Peki hidrojen füsyonunu kontrol altına alarak, uranyum fisyonunda olduğu gibi, herhangi bir tehlikeyle karşılaşmadan enerji üretebilir miyiz? İngiliz fizikçisi John David Lawson (1923-), 1957'de, bunun koşullarını araştırdı. Hidrojenin belli b ir yoğunlukta olması, belli bir sıcaklığa kadar ısınması ve bu sıcaklıkta, çevreye dağılmadan, belli bir süre kalması gerekiyordu. Bu koşullardan birinin yetersiz kalması, diğer koşullardan birinin ya da ikisinin daha da şid

detlenmesi demekti. O zamandan beri, Birleşik Devletler, Büyük Britanya ve Sovyetler Birliğindeki bilim adamları bu koşullan yerine getirmeye çalıştılar.

Üç tip hidrojen atomu va rd ır: Hidrojen-1, hidrojen-2 ve hidrojen-3. Hidrojen-2'ye «döteryum», hidrojen-3'e «trityum» adı verilir. Hidrojen-2, hidrojen-l'e göre daha düşük sıcaklıkta füsyona uğrar; hidrojen-3

ise hidrojen-2'den daha düşük sıcaklıkta... (Yine de, en düşük füsyon sıcaklığı bile, yeryüzü koşullannda, on milyonlarca derecedir.)

Hidrojen-3, radyoaktif bir atomdur ve doğada pek bulunmaz. Laboratuvarda yapılabilir ama pek küçük ölçeklerde kullanılabilir.

Bundan dolayı, füsyonun

başlıca yakıtı hidrojen-2'dir; füsyon sıcaklığım düşürmek için buna bir parça hidrojen-3 katılır.

Hidrojen-2, hidrojen-l'e göre çok daha az bulunur.

Her 100.000 hidrojen atomundan ancak 15'i hidroje n e d ir . Yine de, bir galon deniz suyunda, 350 galon benzinin yakılmasıyla elde edilebilen enerjiyi sağlayabilecek miktarda hidrojen-2 vardır. Ve her üç atomundan ikisi hidrojen olan okyanuslar öylesine engindir ki, dünyanın şimdiki enerji tüketimini milyarlarca yıl sürdürebilecek kadar hidrojen-2 içermektedir.

Nükleer füsyonun, nükleer fisyona tercih edilebileceğini gösteren birkaç özellik vardır.

Birincisi,

belli bir kütledeki maddeden, füsyon yoluyla, fisyon reaksiyonuna göre on kat fazla enerji elde edilebilir.

Ayrıca, füsyon reaksiyonunun yakıtı olan hidrojen-2, uranyumdan da toryumdan da daha kolay elde edilebilir ve daha kolay işlenebilir. Bir kez füsyona layınca, reaksiyonu sürdürmek için mikrn=J-'-'PIK miktarlarda hidrojen-2 kullanılır v » raSyon reaksiyonu kontroldan çıksa bile, sonuçta, dikkati çekmeyecek kadar küçük bir patlama meydana gelir. Dahası, hidrojen füsyonu, radyoaktif kül bırakmaz. Hidrojen füsyonunun başlıca meydana getirdiği helyum gazı, bilinen en zararsız maddedir. Füsyon sırasında hidro

jen-3 ve nötronlar da üretilir ki, bunların ikisi de tehlikelidir. Ama bunlar çok küçük miktarlarda üretilir ve geri kazanılarak füsyonu sürdürmek için kullanılabilir.

Öyleyse, nükleer füsyon, hemen her bakımdan ideal bir enerji kaynağı olarak görünmektedir. Bütün sorun, buna henüz sahip olmamamızda yatmakta. Y ıllardır süren çalışmalara karşın, bilim adamları, belli bir miktar hidrojeni, belli bir yerde, yeterince yüksek sıcaklıkta ve sürede, kontrollü koşullar altında tutmayı başaramamışlardır.

Bilim adamları, soruna birkaç yönden yaklaşıyor.

Sıcaklık yavaşça yükseltilirken, elektrikle yüklü par

çacıklar, dikkatle dizayn edilmiş güçlü magnetik alanlarda tutuluyor. Ya da sıcaklık, fisyon bombalarıyla değil ama, laser veya elektron ışınlarıyla hızla yükseltiliyor. Öyle görünüyor ki, bu yöntemlerden biri ya da üçü 1980'lerde başarıya ulaşabilir ve kontrollü füsyonun laboratuvarda elde edilmesi gerçek olabilir. O

zaman, insanlığın enerji gereksinimini karşılayacak füsyon santrallannın inşaası birkaç on yıl daha alabilir.

Hidrojen füsyonunu bir yana bırakırsak, son derece bol, emin ve tükenmez bir enerji kaynağı daha vardır: Güneş ışığı. Güneş ışığı enerjisinin yüzde ikisi, fotosentez yoluyla tüm bitki dünyasını, dolayısıyla da hayvanlar dünyasını ayakta tutar. Güneş ışığının geri kalan kısmı, insanlığın enerji gereksiniminin en az on bin katıdır. Güneş radyasyonunun bu büyük kesimi hiç de yararsız değildir. Okyanusları buharlaş-

t n ^ j j ; yağmur yağmasına ve akarsuların meydana gelmesine ı«H_en olur ve genelde Yeryüzü'nün tatlı su gereksinimini K<*vS1lar. Okyanuslardaki akıntıları ve rüzgârları oluşturur. Yeryüzü'nü ısıtır ve onu ya

şanılabilir hale getirir.

Böylece, insanların öncelikle güneş enerjisini kullanmamaları için hiçbir neden yoktur. Bunun gerçekleştirdiğimiz zaman, radyasyon ısıya dönüşecek ve 362

hiçbir kayıp olmayacaktır. Bu durum tıpkı bir çavlan altında yürümeye benzeyecektir: Su, yere dökülüp akmaya devam edecek ama biz, yıkanmaya ve kendimizi dinç tutmaya yetecek kadarını alıkoyacağız.

Ne var ki, bol bulunmasına karşın, güneş enerjisinin en büyük güçlüğü, yoğunluğunun çok düşük olmasıdır. Çok geniş bir alana yayılmış olduğundan, bir yerde toplanıp kullanılması kolay olmayacaktır.

Güneş enerjisi, çok küçük çapta olmak üzere, eskiden beri kullanılagelmiştir. Kışın güneye bakan pencereler güneş ışığının içeri girmesine izin verirler ve kızılötesi ışığın geri yansımasını nispeten önlerler.

Böylece ev, sera etkisiyle ısınır ve daha az yakıta gereksinir.

Benzeri şekilde, başka şeyler de yapılabilir. Damların güneye eğimli taraflarına (güney yarımkürede kuzeye eğimli taraflanna) yerleştirilen su tankları güneşin ısısını absorbe ederek bir evin sıcak su gereksinimini karşılayabilir. Bu yöntem, evi ısıtmak ya da yaz mevsimlerinde iklimlendirmek (air conditio-ning) amacıyla da kullanılabilir. Güneş enerjisi, doğrudan doğruya elektrik enerjisine de dönüştürülebilir.

Güneş enerjisi elbette sürekli olarak mevcut de

ğildir. Geooip>ri hiç yoktur, gündüzün ise bulutlar ışık miktarını yetersiz bir d u ^ ye indirebilirler. Ayrıca bir ev, günün çeşitli saatlerinde, DajU» evlerin ya da

ağaç ve tepe gibi doğal varlıkların g ö lg e s in i A l a bilir. Güneş ışığını, parlak olduğu zaman depo edip de bulunmadığı zaman kullanmak için tümüyle yeterli bir yöntem yoktur.

Eğer güneş enerjisi tek tek evler için değil de tüm dünyanın gereksinimini

karşılamak için kullanılacaksa, on binlerce kilometre karelik çöl alanlarının güneş kolektürleriyle kaplanması gerekebilir. Bunların yerleştirilmesi ve bakımı ise çok pahalıya mal olabilir.

Bununla birlikte, güneş enerjisini, yeryüzünde olmasa da, yakın uzayda toplama olasılığı vardır. Ekva

tor düzleminde, yeryüzeyinden 33.000 kilometre yukarıda yörüngeye yerleştirilecek olan güneş kollektörleri dünya çevresinde yirmi dört saatte bir dönecektir. Bu bir «senkrone yörünge»dir ve uzay istasyonu, yeryüzüne göre hareketsiz kalıyor gibi görünecektir.

Uzaydaki bu kollektörler, atmosferin müdahalesi olmaksızın, güneş ışınlarını toplayacaktır. Bunlar, bir yılın ancak yüzde 2'si kadar bir süre dünyanın gölgesinde kalacaktır. Bazı tahminlere göre, senkrone yörüngedeki belli bir

kollektör, yeryüzünde bulunan aynı boyutlardaki kolektöre göre altmış kat daha fa zla elektrik üretecektir.

Uzay istasyonunda oluşan elektrik, mikrodalgalara dönüştürülerek aşağı gönderilecek ve yeryüzündeki bir alıcı istasyonda tekrar elektriğe dönüştürülecektir. Ekvatoral düzlem etrafına yerleştirilen böyle yüz istasyon, güneş var olduğu sürece bol bol enerji veren bir kaynak olacaktır.

İnsanların kurtuluş için işbirliği yapacaklarını varsayarak geleceğe bakacak olursak, öyle görünüyor ki, 2020 yılında yalnızca nükleer füsyon reaktörleri işletmeye alınmış olmayacak,

ama uzaydaki güneş

enerjisi santrallan da devreye girecektir. 0020 yılına kadar, fosil yakıtları ve d iğ e r e n e r ji kaynaklarını kullanarak, kesinlik^ Jurumu idare edebiliriz. Banş içinde v;*. iyi niyetli olduğumuz takdirde, şimdi bizi etkileyen enerji krizi, uzun vadede kriz olmaktan çıkabilir. Üstelik, güneş enerjisi için uzayın kullanılması, koşullan çok daha iyi bir hale getirebilir. Uzayda, laboratuvarlann ve gözlemevlerinin yanı sıra, insanlann barınması için yerleşme merkezleri de inşa edilecektir.

Uzaydaki inşaatların malzemelerini temin etmek için ayda madenler açılacaktır. (Yine de, karbon, azot ve hidrojen gibi uçucu maddeler bir süre için dünyadan sağlanabilir.)

Sonuçta, yeryüzündeki endüstriyel tesislerin ço

ğu uzaya taşınacak, asteroidlerde madencilik yapıla-364

cak ve insanlar güneş sistemine yayılacaktır. Böyle bir senaryo ile tüm sorunların çözüleceğini varsayabiliriz; ama kazanılacak zaferin kendisiyle birlikte getireceği sorunlar dışında... Zaferin getirebileceği felaketleri son bölümde ele alacağım.

15 / ZAFERİN TEHLİKELERİ

N ü fu s

Barış içinde yaşayan ve bol enerjiye sahip olan bir toplumun bulunduğunu, böylece kaynakların yeterince geri kazanıldığını ve teknolojinin ilerlediğini varsayarsak, bu toplumun, çevre üzerinde kazandığı zaferlerin ürünlerini biçeceğini de düşleyebiliriz. K azanılacak ilk ödül, geçmişteki benzeri zaferlerin sonucunda olduğu gibi, nüfusun artması olacaktır.

İnsan türü, yeryüzünde yaşayan tüm canlılar g ibi, sayısını hızla arttırma yeteneğine sahiptir. Bir kadının, çocuk doğurabilme dönemi boyunca, diyelim on altı çocuk yapması olanaksız değildir. (Tek bir annenin otuz çocuk doğurduğu vakalar bildirilmiştir.) Bu demektir ki, biri erkek diğeri kadın iki kişiyle işe başlayacak olursak, otuz yıl sonra on sekiz kişiye sahip oluruz. Büyük çocuklar o zamana kadar birbirleriyle evlenmiş (eğer inseste izin veren bir toplum olduğunu

■düşünürsek) ve dünyaya on çocuk daha getirmiş olabilirler. Demek ki, otuz yılda on dört kat artış olabilir. Bu hızla gittikleri takdirde, başlangıçtaki bir çift insan, iki yüzyıl içinde 100 milyona ulaşır.

Bununla birlikte, iki nedenden dolayı nüfus bu 365

hızla artmaz, hçbir zaman da bu hızla artmamıştır.

Birincisi, doğan çocukların sayısı kadın başına on altı değildir. Ortalama rakam, birtakım nedenlerden dolayı çok daha azdır. Diğer bir deyişle, doğum oranı genellikle azami potansiyelinin altındadır.

İkincisi, doğan herkesin sağ kaldığını varsaydım ki, elbette gerçek böyle değildir. Bütün insanlar sonunda ölür; genellikle de yapabilecekleri kadar çocuk yapamadan, bazen de dünyaya hiç çocuk getirmeden.

Kısacası, ölüm oranı da hemen hemen doğum oranı kadardır ve ikisi birbirini dengeler.

Eğer ölüm ve doğum oranı uzun vadede eşit kalacak olursa, belli bir türün nüfusu dengede kalır.

Am a ölüm oranı doğum oranını azıcık bile aşsa, türün sayısı azalmaya başlar ve sonunda yok olur. Tersine doğum oranı ölüm oranını azıcık aşacak olursa, türün sayısı sürekli olarak artar.

Herhangi bir nedenle çevre koşulları türün aleyhine dönüşürse ölüm oram artar, yok lehine gelişirse azalır. Herhangi bir türün nüfusu iyi yıllarda artar,

kötü yıllarda azalır.

Yeryüzü'nde yaşayan bütün türler içersinde yalnızca insanoğlu yaşadığı çevreyi radikal bir şekilde kendi lehine çevirme yeteneğine ve fırsatına sahip olmuştur. Örneğin, ateşi kullanarak iklimi iyileştirmiştir, tarım ve hayvancılık yaparak gıda stoklarım arttırmıştır, silahları icat ederek yırtıcı hayvanlara karşı korunmuştur,

tıbbı geliştirerek parazitlerden gelecek tehlikeleri azaltmıştır. Sonuç olarak, insanlar, Homo sapiens olarak gezegende ilk kez ortaya çıktıkları günden beri, ölüm oranının üzerinde seyreden bir doğum oranını korumuşlardır.

İ.ö. 6000 yıllarında, tarım ve hayvancılık henüz emekleme evresindeyken, dünyadaki insan nüfusu 10 milyondu. Büyük Piramit'in inşa edildiği devirde ise bir olasılıkla 40 milyondu; Homeros zamanında 100 milyon, Columbus zamanında 500 milyon, Napole-366

on zamanında 1 milyar, Lenin zamanında 2 milyar.

Şimdi, 1970'lerde ise 4 milyara erişmiştir.

Teknoloji giderek geliştiğinden, insanların çevre ve diğer canlılar üzerindeki egemenliği ve böylece kendisinin fiziksel güvenliği de artmıştır. Bu demektir ki, doğum oranıyla ölüm oranı arasındaki fark birincisi lehine büyümüştür.

Tarımdan önceki bin yılda, insanlar avcılık yaparak ve meyva toplayarak yaşamlarım sürdürürken, yiyecek miktarı kıttı ve insanlık, nüfusunu ancak

yeryüzüne daha fazla yayılarak artırabiliyordu. O

zamanki nüfus artış oranı yılda yüzde 0,02 den daha az olmalıdır. Ve nüfusun iki katına çıkması için herhalde 35.000 yıldan fazla zaman geçmiştir.

Tarımın ve hayvancılığın gelişmesi, daha dengeli ve bol gıdanın temin edilmesi ve diğer teknolojik ilerlemelerle birlikte nüfus büyüme oranı artmaya başladı, 1700'de yılda 0,3'e, 1800 yılında yüzde 0,5'e erişti.

Endüstriyel Devrimin gerçekleşmesi, tarımın makinalaşması, tıbbın hızla ilerlemesi, nüfus artış oranını daha da hızlandırarak 1900'de yılda yüzde Te, 1970'lerde de yüzde 2'ye yükseltti.

Hem nüfusun hem de nüfus artış oranının büyümesi insanlığa yeni boğazlar ekledi. Demek ki, 1800

yılında toplam nüfus 1 milyar ve nüfus artış oranı yılda yüzde 0,5'ken, dünyaya her yıl doyurulacak 5 milyon yeni boğaz katılıyordu.

1970'lerde, nüfus

4 milyar ve artış oranı yılda yüzde 2'yken, dünyaya her yıl 80 milyon bebek gelmektedir. Nüfus 170 yılda dört katına ulaşmıştır, ama her yıl eklenen miktar bir öncekinin on altı katıdır.

Bu durum, insanların çevre üzerinde kazandığı zaferin bir göstergesiyse de, aynı zamanda büyük bir tehlikedir. Azalan bir nüfus sonunda sıfıra vararak yok olur. Ama artan bir nüfus, hiçbir koşul altında, sonsuza dek artmaya devam edemez. Sürekli olarak artan bir nüfusa ne yiyecek, ne çevre koşullan, ne de 367

arazi yeter. Sonunda durum tersine döner ve nüfus korkunç bir hızla azalır.

Bu tür nüfus patlamalan ve azalmaları, iklim ve diğer çevre koşullan lehlerine olduğu zaman aşırı derecede üreyen pek çok canlı türünde görülmüştür.

İnsanlığın nüfus artışını bekleyen son da budur.

Nüfusumuzu arttıran zafer bizi öyle bir üst noktaya getirecektir ki, önümüzde yıkılmaktan başka seçenek kalmayacaktır; üstelik ne denli yüksek bir noktaya ulaşırsak düşüş de o derece korkunç olacaktır.

Teknolojik ilerlemenin, geçmişte olduğu gibi, gelecekte de bizi böyle bir felaketten kurtarabileceğine güvenebilir miyiz? Hayır. Çünkü kolayca gösterilebilir ki, nüfusumuz bugünkü hızıyla artmaya devam edecek olursa, yalnızca olası teknolojik gelişmeleri değil ama akla hayale gelebilecek her türlü teknolojik ilerlemeyi çiğneyip geçecektir.

1979’daki dünya nüfusunun 4 milyar, nüfus artış

oranının ise yılda yüzde 2 olması gerçeğiyle başlayalım işe. Artış oranı ne olursa olsun, 4 m ilyarlık bir nüfusun bile yeryüzünün kaldıramayacağı kadar kalabalık olduğunu ileri sürebiliriz. Toplam nüfusun sekizde birini oluşturan 500 milyon kişi, çoğu Asya ve A frik a'da olmak üzere, yetersiz beslenmekte ve yüz binlerce insan her yıl açlıktan ölmektedir. Her yıl daha fazla boğazı beslemek için daha fazla yiyecek üretme zorunluluğu ise insanları tarım alanlarını genişletmeye, kimyasal maddeleri, gübreleri ve suyu gereğince değil ama aşırı şekilde kullanmaya zorlamakta ve yeryüzünün ekolojik dengesini korkunç şekilde altüst etmektedir. Sonuçta, topraklar erozyona uğramakta, çöl alanları büyümekte, gıda üretimi ise, pek kısa bir süre sonra azalmak üzere, duraklamaya başlamaktadır. (Oysa gıda üretimi başlangıçta nüfusla birlikte artmıştır; hattâ şu umutsuz son birkaç on yılda bile nüfustan çok daha hızlı bir şekilde...) Öte yandan, yiyecek sıkıntısının nedeninin insanlar olduğu ileri sürülebilir; israf, verimsiz üretim, aç-

gözlülük, adaletsizlik gibi. Daha insancıl ve iyi yönetimlerle, toprağı daha iyi kullanmakla, daha mütevazi yaşam biçimleriyle, daha adaletli yiyecek dağıtımıyla, günümüzden daha kalabalık bir nüfusu bile besleyebilir yeryüzü. İleri sürülen en yüksek rakam 50 milyardır, ya da şimdiki nüfusun 12 1/2 katı.

Ne var ki, şimdiki yılda yüzde 2'lik artışla, dünya nüfusu her 35 yılda

iki katına çıkacaktır; 2014'de 8 milyar, 2049'da 16 milyar olacak ve böyle devam edecektir. Yani bu hızla gidecek olursak, dünya nüfusu 2100 yıllarında 50 milyar ulaşacaktır; günümüzden topu topu 120 yıl sonra. Peki o zaman ne olacak? Eğer bu noktaya erişirsek, yiyecek stokları yetersiz kalacak ve nüfus korkunç bir şekilde azalacaktır.

Elbette teknoloji, 120 yıl içinde, insanları beslemek için yeni yöntemler bulabilir. Diğer tüm hayvan türlerini yok edip, hiçbir kısmı atılmadan tümüyle yenilebilen bitkiler yetiştirilebilir ve diğer hayvanlarla rekabete girmeden bu bitkilerle yaşanılabilir. Böylece dünyamız, 1,2 trilyonluk bir nüfusu (şimdikinin 300 katı) geçindirebilir. Yine de, şimdiki nüfus artış

hızıyla 2280 yılında 1,2 trilyona erişilecektir; günümüzden yalnızca 300 yıl sonra... O zaman ne olacak?

Aslında, şu ya da bu bilimsel gelişme sonucu belli sayıda insanı besleyebileceğimizi iddia etmek anlamsızdır. Geometrik artış söz konusu olduğu sürece (ki dünya nüfusu bugün böyle artmaktadır), insan sayısı, belirlenen bütün rakamları aşacaktır. Gelin bu konuyu biraz deşelim.

Ortalama insan ağırlığının (kadınlar ve çocuklar dahil) 45 kilogram olduğunu varsayın. Bu durumda, halen dünyada yaşayan insanların toplam ağırlığı

180 milyar kilogramdır. Nüfusun artmasıyla birlikte bu ağırlık da her 35 yılda iki katına çıkacaktır. Bu hızla gidecek olursak, 1.800 yıl içinde insanlığın toplam kütlesi yeryüzünün toplam kütlesine eşit olacaktır. (O kadar uzun bir süre değildir bu. İmparator insanlığın geleceği

Marcus Aurelius'dan beri topu topu 1.800 yıl geçmiştir.) Herhalde hiç kimse, gezegenimiz bir et ve kan topu haline gelinceye dek, nüfusun artacağını düşünemez. Aslında, ne yaparsak yapalım, bugünkü nüfus artışına 1.800 yıldan fazla dayanamayız.

Ama neden kendimizi yeryüzüyle kısıtlamak?

1.800 yıl geçmeden çok önce, insanlık, başka dünyalara ulaşmış ve yapay uzay yerleşim merkezleri inşa etmiş olacaktır. Uzaya taşındığımız zaman, toplam et ve kan kütlesinin bir gün yeryüzü kütlesini aşaca

ğını da düşünebiliriz. Ama bu bile geometrik artışın gücüne dayanamaz.

Güneşin kütlesi yeryüzü kütlesinin 330.000 katı, Galaksinin kütlesi ise güneşin kütlesinin 150 m ilyar katıdır. Evrende, toplam 100 milyar galaksi bulunuyor olabilir. Bizim galaksimizin kütlesini ortalama ga laksi kütlesi olarak kabul edersek, evrenin toplam kütlesi yeryüzünün 5.000.000.000.000.000.000.000.000.000

katıdır. Eğer nüfus yılda yüzde 2'lik bir hızla artmaya devam edecek olursa, insan etinin toplam ağırlığı 5.000 yıl içinde evrenin kütlesine eşit olacaktır. Bu ise yazının icadından beri geçmiş olan süredir.

Diğer bir deyişle, yazılı tarihin ilk 5.000 yılında, küçük bir gezegenin yüzeyini dolduracak bir noktaya geldik. İkinci 5.000 yılda ise yalnızca gezegeni değil ama tüm evreni dolduracağız.

öyleyse, eğer yiyeceğimiz, kaynaklarımızı, odamızı yitirmek istemiyorsak, şimdiki nüfus artış hızımıza 5.000 yıldan önce dur demeliyiz; teknolojimizin ilerleme düzeyi düş gücümüzün en üst sınırında olsa bile...

Ve eğer bu konuda gerçekçi olacaksak, beşinci gruptan bir felaketten kaçınmamız için tek yol şimdiki nüfus artış hızımızı durdurmaktır!

Ama nasıl? Doğrusu bu önemli bir sorundur, çünkü yaşamın tarihi boyunca hiçbir canlı türü gönüllü olarak nüfusunu kontrol altına almaya girişmemiş

tir. f1) İnsanlar da bu konuda herhangi bir girişimde bulunmamış, serbestçe üreyip sayılarını mümkün olanın sınırlarına dayamışlardır.

Bugün, nüfusu denetim altına almak için, doğum oranıyla ölüm oranı arasındaki büyük fark indirilmeli ve birincisinin İkincisi üzerindeki hakimiyeti azaltılmalıdır. Dengeli, hatta geçici bir süre için azalan bir toplum elde etmek için, yalnızca iki seçeneğimiz var: Ya ölüm oranı artırılacak doğum oranının üzerine çıkılacak, ya da doğum oranı azaltılarak ölüm oranının altına düşürülecek.

Ölüm oranını artırmak daha kolay bir seçenektir.

Yaşamın tarihi boyunca, tüm bitki ve hayvan türleri için, ölüm oranının ani ve dramatik bir şekilde artması, uzun vadede dayanılamayacak olan nüfus kalabalıklığı sorunun çözümü için en sık verilmiş olan yanıttır. Ölüm oranı, başlıca açlık sonucu artar. A y rıca, yiyecek bulamama sonucu zayıf düşmesi, canlının daha kolay hastalanmasına ya da başka hayvanlarca parçalanmasına neden olur.

İnsanlık tarihine bakacak olursak, aynı şeyleri insanlar için de söyleyebiliriz ve gözlerimizi ileriye çevirecek olursak, nüfusumuzun gelecekte açlık, hastalık ve vahşet tarafından denetleneceğinden emin olabiliriz. Yeni bir düşünce değildir bu. Incil'in Vahiyler Kitabı'nda betimlenen Mahşerin Dört Atlısı, son günlerinde insanlığa hükmedecek olan, açlık, hastalık, vahşet ve ölümdür.

Ama şurası açıktır ki, nüfus sorununu ölüm oranını artırarak çözmek demek, beşinci gruptan bir fe ri) Farelerle yapılan deneyler göstermiştir ki, bir fare topluluğunun aşın kalabalıklaşması o topluluktaki fareleri psikotik bir hale getirmiş, yeni yavrular üretilmemiş, üretilse de yavrulara özen gösterilmemiştir. Ne var ki, gönüllü olarak yapılan bir kontrol değildir bu ve insanlann çılgın bir toplumun meydana gelmesi için oturup beklemeleri, bir felaketi beklemeleri demektir.

laketi beklemek demektir ki, bu durumda uygarlık çöker. Eğer yiyecek ve kaynakların son kalıntıları üzerine yapılacak didişmede son bir umutsuzlukla

termonükleer bir savaşa girişilecek olunursa, bunu dördüncü gruptan bir felaket izler ve insanlık yeryüzünden silinir.

Öyleyse, herhangi bir felaketten kaçınmak için bize kalan tek seçenek doğum oranını azaltmak oluyor.

Ama nasıl?

Bebekleri öldürerek (infanticide) ya da kürtaj yaptırarak nüfusu kontrol etmek pek çok kişi tarafından tiksintiyle karşılanmaktadır. Yaşamın kutsallığına önem vermesek bile, bir kadın neden kürtaj yaptırmak sıkıntısına girsin, Neden gebeliği önlemek için başlangıçta müdahalede bulunulmasın!

Gebelikten korunmanın en iyi yolu cinsel ilişkiden kaçınmaktır, ama bunun nüfusu kontrol etmek için benimsenemeyecek bir yöntem olduğu açıktır. A slında cinsel ilişkiyle gebelikten korunmayı birbirinden ayırmak ve çocuğun gerçekten istendiği durumlar dı

şında, gebe kalmadan cinsel ilişkide bulunmayı olanaklı hale getirmek gereklidir.

Gebelikten korunmak için çeşitli yollar vardır: Cerrahi, mekanik, kimyasal... Herkesçe iyi bilinen bu yöntemlerin hepsinin de akıllıca uygulanması gerekir.

Aslında, herkesin çok iyi bildiği birtakım cinsel eylemler vardır ki, son derece zevkli oluşlarının yanı sıra uygulayanlara ya da başka herhangi bir kişiye zarar verdikleri görülmemiştir ve bu cinsel davranışlar sonunda gebe olma olasılığı kesinlikle yoktur.

Demek ki, uygulamada, doğum oranını azaltmak için bir güçlük yok; sorunlar yalnızca sosyal ve psikolojiktir. Toplum, fazla çocuk yapmaya o kadar uzun süreden beri alışmıştır ki (yüksek ölüm oranlarından dolayı) pek çok yerde ekonomi, hemen her yerde de bireysel psikoloji buna bağlıdır. Pek çok gelenekçi gruplarca, ahlaksızlık olduğu

gerekçesiyle

doğum

kontroluna karşı savaşılmakta, aile başına düşen ço

cuk sayısının artmasına kutsal bir olgu gözüyle bakılmaktadır.

Öyleyse ne olacak? Kurtuluş olasıyken, salt modası geçmiş düşünce alışkanlıkları yüzünden insanlık bir felakete sürüklenecek midir? Böyle bir şeyin meydana gelmesi olasıdır Ne var ki, giderek daha fazla kişi (örneğin benim gibi) nüfusun tehlikeleri, insanların artan yüküyle birlikte çevredeki gözle görülür tahribatı, nüfusun artmasıyla birlikte daha fazla yiyecek ve enerji gerektiği üzerine yazıp çizmeye başlamışlardır. Yöneticiler de, nüfus sorunu çözülmediği sürece hiçbir sorunun çözülemeyeceğini anlamışlardır; nüfus artmaya devam ettikçe, bütün çabalar boşa harcanmış çabalardır.

Sonuç olarak, doğum oranını azaltmak için, şu ya da bu şekilde, birtakım kıpırdanmalar başlamıştır. Olağanüstü umut verici bir işarettir bu, çünkü toplumsal baskıyla doğum oranı çok daha etkin bir şekilde azaltılabilir.

Görünüşe göre, 1970'li yıllar sona ererken, dünyadaki doğum oranı azaldı ve yüzde 2'den yüzde 1,8'e düştü. Elbette bu yeterli değildir, çünkü bu hızla bile artacak olursak sonunda bir felakete uğranz. Ama orandaki azalma yine de iyiye işarettir.

Öyleyse, nüfus artsa bile bu artış azalan bir oranda olacak ve bir maksimuma, diyelim 8 milyara ulaştıktan sonra azalacaktır. Bu süreç yeterince hasar yaratacaktır. Ama uygarlığın bu fırtınayı atlatması, insanlığın, ne kadar örselenmiş olsa da, yeryüzünü onarıp ekolojik dengeyi kurması ve dengeli bir nüfus üzerine daha akıllıca bir kültür kurması olasıdır.

E ğ itim

Öyleyse, bir gün, diyelim yüz yıl sonra, nüfus sorununun çözüldüğünü, enerjinin ucuzlayıp bollaştığını, insanlığın barış içinde yaşadığını tahayyül edebiliriz. Elbette o zaman bütün sorunlar çözülmüş ve bütün felaketlerden kaçınılmış olunacaktır.

Pek öyle değil. Her çözüm, başarısının yanı sıra kendi sorunlarını da getirir. Nüfusun kontrol edildiği bir dünyada, doğum oranı, ölüm oranı kadar düşüktür. Modern tıbba şükürler olsun ki, ölüm oranı günümüzde geçmiş zamanlara göre çok düşüktür, öyleyse doğum oranı da aynı şekilde düşük olmalıdır.

Bunun anlamı, bebeklerin ve gençlerin, yüzde olarak, çok küçük bir kesimi meydana getirmesi ve olgun insanlarla yaşlıların sayısının şimdiye dek görülmemiş derecede fazla olmasıdır. Aslında, tıbbi teknolojinin ilerlemeye devam edeceğini varsayacak olursak, ortalama ömür de uzamaya devam edecektir. Demek ki, hem ölüm oranı, hem de onunla birlikte doğum oranı giderek düşecektir.

Öyleyse, eğer nüfusu dengeli bir toplum yaratabilirsek, bu toplumun orta yaşlı kişilerden meydana geleceğini ummalıyız. Deyimi uygunsa, saçlan ağarmış bir dünyaya tanık olacağız. Bu olguyu, doğum oranının azaldığı ve ortalama ömrün uzadığı bölgelerde şimdi bile görebiliriz; örneğin Birleşik Devletler'de.

1900'de, Birleşik Devletler'deki ortalama ömür ancak 40 yılken, 77 milyonluk toplam nüfus içinde 65

yaşın üzerinde olanların sayısı 3.100.000'di, ya da yüzde 4 kadar. 1940'da, 134 milyonluk nüfus içinde 65'in üzerinde olanların sayısı 9 milyondu, ya da yüzde 6,7.

1970'de ise 208 milyonluk nüfusun 20,2 milyonu 65 ya

şın üzerindeydi, yani yaklaşık yüzde 10'u. 2000 yılında, 240 milyon olarak tahmin edilen nüfusun 29 milyonu 65'in üzerinde olabilir, yani yüzde 12.

Yüz yıl içinde nüfus üç katına çıkacağından, 65 yaşın üzerindekilerin sayısı da on katına varabilir.

Bu durumun Am erika'nın politikası ve ekonomisi üzerindeki etkisi açıktır. Yaşlılar giderek seçmenlerin güçlü bir kesimi haline geliyorlar. Ülkenin politik ve mali kuruluşları ise, bakımevleriyle, sosyal ve tıbbi güvenceyle daha fazla ilgileniyorlar.

Elbette herkes uzun yaşamak ve yaşlandığı zaman 374

bakılmak ister, ama uygarlık açısından bakıldığında, ortaya bir sorun çıkabilir. Nüfus stabilizasyonu sonucu yaşlı bir toplum oluşturursak, gençliğin canlı ruhu, maceracılığı ve düş gücü azalıp yaşlılığın katı muhafazakarlığı altında yok olmaz mı? Yeniliğin ve girişimciliğin yükü pek az kişi üzerinde kalarak, uygarlık, yaşlılığın ölü yükü altında yıkılamaz mı? Nüfus patlamasıyla yok olmaktan kurtulmuş olan uygarlık, bu sefer nüfusun yaşlanmasıyla yok olmak tehlikesiyle karşı karşıya kalmış olamaz mı?

Am a yaşlılıkla uyuşukluk mutlaka içiçe midir?

Bu yargıya varan ilk toplum bizimkidir, çünkü yaşlıların sayısı ilk kez bizim toplumumuzda büyümüştür.

Kayıt tutmayan yarı edebi toplumlarda, yaşlılar, geleneklerin bekçisiydi. Bunlar birer ayaklı kütüphane, birer müracaat kitabı, birer kâhindi. Oysa günümüzde yaşlıların hafızalarına ihtiyacımız yoktur; çok daha iyi kayıt

tutma yöntemlerimiz var. Sonuç olarak, yaşlılar, üzerimizdeki işlevlerini yitirmişlerdir.

Yine,

teknolojinin yavaş değiştiği toplumlarda, zengin deneyime ve bilgiye sahip olan, eski zanaat

çıydı, ancak onun mahir gözlerine, zeki yargılarına ve yaptığı işe güvenilirdi. Şimdi ise teknoloji hızla de

ğişmektedir ve bize en yeni teknikleri getireceğini umduğumuz kişi, bıyıklan yeni terlemiş üniversite mezunu gençtir. Ona yer açmak için yaşlılan zorunlu olarak emekliye ayırmaktayız. Böylece, yaşlı olmak yine işlevini yitirmiş oluyor. Demek ki, işlevini yitiren yaşhlann sayısı arttıkça, bunlar gereksiz bir yük olarak görünüyor. Am a yaşlılar ille de bu durumda olmak zorunda mı?

İnsanlar günümüzde ortalama olarak, bir buçuk yüzyıl önceki atalanm ıza göre iki kat fazla yaşamakta. Ne var ki, tek değişiklik ömrün uzamış olması değildir. Günümüzün insanları, aynı zamanda, kendi yaşlarındaki atalarına göre daha sıhhatli ve güçlü-

dürler de.

M odem tıptan önce insanlar yalnızca genç yaş

ta ölmekle kalmıyorlardı. Pek çoğu daha otuz y a

şındayken oldukça yaşlı görünüyordu. Bu kadar yıl yaşamış olmak bile pek çok bulaşıcı hastalığa yakalanmamış olmak demekti, oysa biz bugün bu hastalıkları kolayca önleyebiliyor ya da tedavi edebiliyoruz. Eskiden hastalıklı dişlerle, kronik enfeksiyonlarla savaşmanın, bozuk çalışan hormonlarla ve vitamin yetersizlikleriyle mücadele

etmenin çaresi

yoktu.

Sonuç olarak, günümüzün yaşlanan insanları orta çağların şövalyelerinden ve Birleşik Devletler'deki öncülerden daha dinç ve gençtir.

Uygarlık yaşayacak ve tıbbi teknoloji gelişecek olursa, gelecekte yaşlıların daha dinç olacağını varsayabiliriz. «Gençlik» ve «yaş» kavramları, geleceğin dengeli nüfuslu toplumunda birbirinden ayırt edile-meyebilir. Peki ama, gençler ve yaşlılar arasındaki f i ziksel farklar ortadan kaybolsa bile, zihinsel fark lılıklar ne olacak? Yaşlılığın durgunluğu ve yeniliği kabul etmekteki yetersizliği için bir şeyler yapılabilir mi?

Ama bu yaşlılık durgunluğunun ne kadan genç

— ağırlıklı bir toplumun gelenekleri tarafından yaratılır? Okul çağının giderek uzamasına karşın, eğitim yine de gençlerle ilgili bir olgudur ve belli

bir yaştan sonra bitmek zorundadır. Belli bir süreden sonra eğitimin sona erdiği kabul edilir ve bu süre insan öm rüne göre fazla değildir.

Bu durum, bir bakıma, eğitime hoşnutsuzluk havası verir. Zorunlu olarak okula gitmenin disiplini ve yetersiz öğretimin huzursuzluğundan tedirgin olan

pek çok genç, büyümüş kişilerin okula gitmesinin gereksiz olduğunu düşünür. İsyancı gençlere göre, büyümüş olmanın ödüllerinden biri de eğitimin zincir, lerinden kurtulmuş olmaktır. Onlar için çocukluktan çıkmanın ideali, artık bir şey öğrenmek zorunda olunmayacak bir duruma gelmektir.

Bugünkü eğitimin niteliği, kaçınılmaz bir şekilde.

onun gençliğe verilmiş bir ceza olarak görülmesine neden olmaktadır ve bu durum başarısızlığa prim vermektedir. Erken yaşta okuldan atılan ya da bir işte çalışmak için okuldan ayrılan gençler akranlarına yetişkinliğin birer simgesi olarak görünmektedir. Öte yandan, yeni bir şey öğrenmeye girişen yetişkin ki

şiye bıyık altından gülünür ve bu davranışı çocuksu-luğunu ele veren bir işaret olarak görülür.

Eğitimi yalnızca gençlere özgü görmekle, ortala, ma bir insanın resmi okul süresini tamamladıktan sonra bir şeyler öğrenmeye kalkışmasını sosyal bakımdan güçleştirmekle, pek çok insanı genç yaşta öğrendiği ve güç bela anımsadığı bilgilerle yaşamaya terk ediyoruz ve sonra yaşlılığın durgunluğundan şikayet ediyoruz.

Eğitimin, bireysel açıdan bakıldığında görülen bu kusuru, toplumsal açıdan daha da şiddetlenebilir.

Tüm toplum öğrenme işini bırakmaya zorlanabilir.

İnsan bilgisinin çok mükemmel bir hale gelmesi, bilginin daha fazla artmasına engel olabilir mi? O kadar çok şey öğrendik ki, gereksinimimiz olan, daha fazla ilerlememizi sağlayacak olan özel bilgileri diğer, lerinin arasından seçip ayırmak giderek güçleşiyor.

Eğer insanlık artık bilim ve teknoloji yolunda ilerle-yemeyecek olursa, uygarlığımızı koruyamaz hale g e l i r miyiz? Zaferin tehlikelerinden biri de bu mudur?

Bu tehlikeyi şöyle özetleyebiliriz: Bilgilerimizin belli bir fihristi olmadığı gibi, bilgilerimiz arasından herhangi birini seçip ayırmanın da verimli bir yöntemi yoktur.

Fihrist için insan hafızasından daha güçlü bir hafıza, seçip ayırma içinse insandan daha hızlı bir sistem kullanarak bu sorunu nasıl çözebiliriz?

Kısacası, bir bilgisayara gereksinimimiz var ve yaklaşık kırk yıldan beri, daha iyi, daha hızlı, daha az yer kaplayan ve daha fazla hüneri olan bilgisayarları

geliştirmekteyiz. Uygarlık ayakta kaldığı sürece bu eğilim devam edecektir ve bu durumda bilginin 377

kompüterize edilmesi kaçınılmazdır.

Giderek daha

fazla bilgi mikrofilmlere kaydedilecek ve bu bilgilere bilgisayarlarla nüfuz edilebilecektir.

Bilgileri merkezileştirmek için bir eğilim olacak, tır, öyle ki, belli bir bilgi istendiğinde, bir bölgenin ya da bir ulusun ve sonuçta da dünyanın bilgi kaynaklarıyla ilişki kurulacaktır. Sonuçta ortaya bir Bilgisayarlılaştırılmış Dünya Kütüphanesi çıkacak, in sanlığın tüm bilgileri buraya depolanacak ve herhangi bir bilgi istendiğinde buradan sağlanacaktır.

Böyle bir kütüphaneyle nasıl ilişki kurulabileceği sır değildir; bu işin tekniği yoldadır. Zaten uydular aracılığıyla iletişim kurarak

dünya üzerindeki iki

noktayı saniyenin çok kısa bir kesimi içinde birbirine bağlayabilmekteyiz.

Ancak, günümüzün iletişim uyduları radyo dalga, larıyla çalıştığından, mevcut kanal sayısı oldukça sınırlıdır. Gelecekte ise, görünen ışık ve morötesi radyasyon aracılığıyla laserler kullanılacaktır. (îlk laser 1960'larda Amerikalı fizikçi Theodore Harold Maiman (1927-) tarafından inşa edilmiştir.) Görünen ışığın ve morötesi radyasyonun dalga boylan radyo dalgalarından milyonlarca kez daha kısadır, öyle ki, laser ışınlan, radyo dalgalanna göre milyonlarca kat fazla kanal taşıyabilir.

ö y le bir zaman gelebilir ki, her insanın kendisine ait ve dünyanın bilgisayarına bağlı özel bir televizyon kanalı olur. Televizyona eşdeğer bir cihaz, istenen bilgiyi ekranında gösterir, ya da yeniden bir film e veya kâğıda basar. Böylece borsa bilgileri, gü nün haberleri, bir gazetenin, derginin ya da kitabın bir bölümü ya da tümü elde edilebilir.

Bilgisayarlılaştınlmış Dünya Kütüphanesi bilim-adamlannın araştırmaları için temel olacaktır, ama bu, onun kullanım alanının küçük bir parçasıdır. Eğitimde bir devrim olacak ve ilk kez, her yaştan herkese açık bir eğitim sistemi uygulanacaktır.

Onu bunu bırakın, insanlar her zaman bir şeyler 378

öğrenmeyi ister. Kafataslarının içinde bulunan üç lib.

relik beyinleri, cansıkıntısınm acısından kurtulmak için sürekli olarak bir şeyle meşgul olmak ister. Daha iyi bir şey bulunamazsa, televizyonun düşük kaliteli programlarıyla ya da ucuz plakların amaçsız sesleriyle doldurulabilir.

Bu düşük kaliteli malzemeler bile, okulların bugünkü haline tercih edilebilir, çünkü okullarda, bireyin arzularına ve bilgiyi sindirme hızına bakılmaksızın, birtakım kalıplaşmış bilgiler önceden belirlenmiş bir hızla anlatılıp durur.

Oysa ki, kişinin yaşadığı yerde, öğrenmeyi isted iği bilgileri kendisine verebilecek bir cihaz bulunursa neler olmaz? Pul kolleksiyonunun nasıl yapılacağı, çitlerin nasıl onarılacağı, ekmeğin nasıl pişirileceği, nasıl sevişileceği, İngiltere krallarının özel yaşamlarının ayrıntıları, futbolun kuralları, tiyatro tarihi... Ve bütün bunlar sonsuz bir sabırla sunulduğunda, gerekirse defalarca tekrar edildiğinde ve kişiye istediği yerde ve zamanda verildiğinde neler olmaz?

Y a belli bir konuyu özümlediği zaman birey biraz daha ileri düzeyde bir bilgi isterse? Ya belli bir bilgi yeni bir ilgi doğurup kişiyi yepyeni bir yöne yöneltirse?

Bütün bunlar neden olmasın? Muhakkak ki, pek çok kişi merakı tatmin eden bu kolay ve doğal yolu benimseyecek ve daha fazla şey bilmeyi isteyecektir.

Ve ilgi duyduğu konu üzerinde eğitim gören kişi, bir süre sonra bu konuya katkıda bulunabilir de. Yeni bir düşünce geliştiren ya da yeni bir gözlemde bulunan kişi bunu bildirir ve eğer kütüphanede zaten bulunan bir bilginin tekrarı değilse, doğruluğu onaylandıktan sonra ortak depoya ilave edilir. Böylece herkes, öğrenci olduğu kadar öğretmen de olabilir.

Gezegen çapında bir kütüphane ve öğretmen makina kullanılması insan ilişkilerini gevşetebilir mi?

Uygarlık, bir yalnız insanlar topluluğu haline gelerek yıkılabilir mi?

Neden böyle olsun? Hiçbir öğretici makina, bütün alanlarda insanın yerini alamaz. Atletizmde, topluluklara seslenen konuşmalarda, gösteri sanatlarında, keşiflerde, dansta, sevişmede, uygulamanın gelişmesine yardımcı olsa bile, kuram, asla onun yerini alamaz. İnsanlar yine birbirleriyle ilişki içinde bulunacaklardır; ne yaptıklarını bildiklerinden, daha içtenlikle ve zevk duyarak...

Aslında, hangi konuyla ilgileniyor olursa olsun, her insanın bir misyoner duygusuna sahip olacağına güvenebiliriz. Satrançla tutkuyla bağlı olan bir kişi, başkalarının da satrançla ilgilenmesi için çalışacaktır. Aynı şeyi balıkçı, dansçı, kimyacı, tarihçi ya da antika meraklısı için de söyleyebiliriz. Öğretmen ma.

kinayı kurcalayıp da dokumacılık, ya da moda tarihi, veya Roma paralarına ilgi duyan birisi, çok büyük bir olasılıkla aynı konulara ilgi duyan başka kişileri bulmak için çaba harcayacaktır.

Bilgisayarla yapılan bu öğretim yöntemi kesinlikle yaş farkı gözetmeyecektir. Bilgisayar, her yaştaki kişiler tarafından kullanılabilir ve örneğin altmış yaşındaki bir insan, eski ilgilerini yitirirken yepyeni bir konuya ilgi duyabilir. Sürekli olarak merak etmek ve düşünmek, spor yapmanın bedeni dinç tutması gibi, beyni canlı tutacaktır. Bunun sonucu olarak, yaşın ilerlemesiyle kişi durgun bir hale gelmez.

Ama özgür istemle yapılan eğitim de kendisiyle birlikte birtakım tehlikeler getiremez mi? Herkes istediği şeyi öğrenmekte serbest olunca, insanların ço

ğu eften püften şeylerin ardına düşmez mi? Dünyanın gidişatını sürdürmek için gerekli olan cansıkıcı ve zor bilgileri kim öğrenecek?

Ama geleceğin bilgisayarlılaştırılmış dünyasında, can sıkıcı şeyler kesinlikle insanların yöresine uğramayacaktır. Otomatik makinalar işin bu yanını halledecektir. İnsanlara yalnızca ilgi duydukları konuların yaratıcılık yönü kalacaktır.

ve geliştirmeden zevk alan insanlar her zaman bulunacaktır. Bu kişiler dünya çarkının dönmesine yardım edeceklerdir.

Dünyayı yönetenler kendilerini güçlendirip diğerlerini baskı altına alabilirler mi? Bu olasılık mevcuttur, ama umut edebiliriz ki, geleceğin bilgisayarlılaş-

tırılmış dünyasında, yozlaşma olasılığı hiç değilse daha azdır ve doğru dürüst yönetilen bir dünya, yozlaşmadan ve düzensizlikten medet uman bir avuç kişi dışında, insanlara çok daha fazla yarar sağlayacaktır.

Ortaya bir ütopya manzarası çıkıyor. Bu, öyle bir dünya olacaktır ki, ulusal rekabetler ve savaşlar ortadan kalkacaktır. Üst düzeyde iletişimin, otomasyonun ve bilgisayarlılaşmanın oluşturduğu bu dünyada, ırk, cinsiyet ve yaş ayrımı önemini yitirecektir.

Teknolojinin gelişip serpildiği, enerjinin bol bol bulunduğu bir dünya olacaktır bu.

Am a ütopyanın bile kendine göre tehlikeleri olabilir mi? Eğlence ve boş zamanlarda dolu bir dünyada insanlığın can alıcı damarları yumuşayıp, gevşeyip bozulamaz mı? Homo sapiens, sürekli tehlikeler içindeki bir atmosferde gelişip güçlenmiştir. Yeryüzü bir kez evrensel bir pazar gününe dönüştürülünce, nüfus patlamasından ya da nüfus yaşlanmasından kurtulmuş olan uygarlık cansıkıntısı dolayısıyla ölüme sü-

rüklenemez mi?

Eğer dünya şimdiki gibi kalırsa belki öyle olur, ama şurası kesin ki, dünya, insanların yaşadığı bölgelerin bir toplamı olmaktan çıkacaktır. Bilgisayarlara verilmiş bilgilerin yardımıyla hızlı bir gelişme kazanan teknoloji, uzayı keşfedecek, onu kullanacak ve insanlar şimdi sanıldığından daha büyük bir hızla uzaya yerleşeceklerdir. O zaman insanlığın yeni sınırını, uzay yerleşim merkezleri temsil edecektir.

Bu geniş ve hemen hemen sonsuz yeni sınırlarda bol bol tehlike bulunacaktır. Yeryüzü ne denli sessiz ve sakin bir merkez olarak kalsa da insanları uğraştıracak ve güçlü tutacak meydan okumalar her za

man olacaktır; yeryüzünün kendisinde olmasa da uzayın sınırlarında...

Teknoloji

Teknolojiyi, üzerinde yaşanabilecek (hattâ ütopik nitelikteki) dünyanın temel taşı olarak tahayyül ettim. Aslında, tüm bu kitap boyunca, felaketlerden kaçınmak için başlıca araç olarak teknolojiye güvendim. Ne var ki, teknolojinin de bir felakete neden olabileceği inkâr edilemez bir gerçektir. Termonükleer savaş, ileri bir teknolojinin ürünüdür. Şimdi kaynaklarımızı tüketen ve bizi kirlilik içinde boğan da ileri teknolojidir.

Bugün önümüzde duran sorunları, kısmen sağduyumuzla kısmen de teknolojinin kendisini kullanarak çözsek bile, teknolojinin devam edecek olan başarısının gelecekte bizi bir felakete götürmeyeceğine dair bir garanti yoktur.

Örneğin, kimyasal ya da radyoaktif kirlenmeye neden olmadan, hidrojen füsyonuyla ya da doğrudan doğruya güneş ışığını kullanarak bol miktarda enerji ürettiğimizi varsayalım. Bu enerjiler de kendilerine özgü başka kirlenmelere neden olamazlar mı?

Termodinamiğin birinci yasasına göre, enerji kaybolmaz, yalnızca biçim değiştirir. Bu biçimlerden ikisi ışık ve sestir. Elektrik ışığının Edison tarafından keşfedildiği 1870'lerden beri geceler daha aydınlık hale gelmiştir.

Böyle bir «ışık kirlenmesi» oldukça küçük bir sorundur, ama ses için ne demeli? Enerjinin gerek üretimiyle gerekse tüketimiyle ilişkili olan makinaların hareket eden parçalarının titreşimi «gürültülü»dür ve doğrusu, endüstriyel dünya gürültülü bir yerdir.

Trafiğin, uçakların, demiryollarının, klaksonların, karlı bölgelerin ıssızlığındaki kar otomobillerinin, göllerin sükuneti içindeki motorların, pikapların, radyo382

ların ve televizyonların sesi bizi sürekli olarak gürültüye boğmaktadır. Bu durum giderek kötüleşip dünyamız dayanılmaz bir hal alacak mıdır?

Pek değil. İstenmeyen ışık ve ses kaynaklarının pek çoğu sıkı bir şekilde insanların denetimi altındadır ve eğer bunlan teknoloji üretiyorsa, etkilerini azaltacak çareleri de teknoloji bulacaktır. Örneğin, elektrikli otomobiller, benzin motorlu otomobillerden daha sessiz olabilir.

Am a bizler, endüstri öncesi devirlerde bile ses ve ışıkla birlikte yaşadık.

Günümüzde bilinmeyen

enerji kaynaklan için ne söyleyebiliriz? Mikrodalga kirlenmeleri ne olacak?

Nispeten kısa boylu radyo dalgalan olan mikro dalgalar ilk kez II. Dünya Savaşı'nda radarlarda kullanıldı. Bunlar, o zamandan beri, yalnızca

radarlarda değil ama hızlı pişirmeyi sağlamak için mikro dalga finnlannda da kullanıldı. Çünkü mikro dalgalar yiyeceklerin içine nüfuz ederler ve dışardan ağır ağır pişirmek yerine hızlı pişirmeyi sağlarlar.

Am a mikro dalgalar bize de nüfuz ederler ve vücudumuz tarafından tutulurlar. Mikro dalgalan kullanan cihazlann çevresindeki mikro dalga ışınlan artacak olursa, vücudumuzda, moleküler düzeyde birtakım tahribatlar olabilir mi?

Mikro dalga tehlikesi kimi kişilerce fazla abartılmıştır, ama tehlike derecesi yine de sıfır değildir.

Eğer gelecekte dünyanın enerjisi, uzaydaki güneş

enerjisi santrallanndan

elde edilecekse, bu enerji,

santrallardan dünyaya, mikrodalgalar halinde ışınla-nacaktır. Bunun kötü sonuçlar yaratmaması için ihtiyatlı ilerlemek gerekecektir.

Büyük bir olasılıkla

hiçbir tehlike bulunmayacaktır, ama bunu kesinkes kabullenemeyiz.

Bütün enerji biçimleri, önünde sonunda ısıya dönüşür. Enerjinin ölümcül sonudur bu. İnsan teknolojisi bulunmadığı zaman, dünya, ısısını güneşten alır.

Güneş, dünyanın en büyük ısı kaynağıdır, ama yer

383

yüzünün içinden ye yerkabuğundaki radyoaktif mad.

nelerden de bir miktar ısı gelir.

İnsanlar, yalnızca güneşten, gezegenimizin içinden ve yerkabuğundaki radyoaktif maddelerden ge len enerjiyi kullandıkları sürece (elbette bu enerjiyi kendilerine ulaştığı hızda kullanırlarsa), sonuçta ortaya çıkan ısı miktarında bir değişiklik yapmış olamazlar. Diğer bir deyişle, bizim müdahalemiz olmadan meydana gelecek ısıdan daha fazlasını üretmeden, güneş ışığını, hidroelektriği, gelgitleri, okyanuslardaki sıcaklık farklarını, sıcak su kaynaklarını ve rüzgârları rahatça kullanabiliriz.

Öte yandan, odunu yakacak olursak, onun yavaş

yavaş çürümesiyle üreteceği ısıdan daha hızlı olarak ısı üretiriz. Kömürü ve petrolü yaktığımızda İse, hiçbir zaman açığa çıkmayacak olan bir ısıyı üretmiş

oluruz. Sıcak su elde etmek için toprakta derin bir kuyu kazanacak olursak, dünyanın içindeki ısının normalden daha büyük bir hızla yüzeye çıkmasına

neden oluruz.

Bütün bu durumlarda, teknolojik müdahalenin bulunmadığı hale göre, daha büyük bir hızla çevreye ısı ilave edilir ve bu fazla ısı, geceleri dünyadan uzaya yayınlanır. Isı radyasyonunun hızını arttırmak için, dünyanın ortalama sıcaklığı, otomatik olarak, teknolojinin bulunmadığı zamandaki sıcaklığın üzerine fırlayacak ve böylece «ısıl kirlenme» meydana gelecektir.

Bugüne dek, özellikle fosil yakıtların yakılmasıyla çevreye ilave ettiğimiz enerji, dünyanın ortalama sıcaklığında önemli bir değişiklik yapmamıştır. Yeryüzünün doğal kaynaklardan bir yılda aldığı 120.000 m ilyon megawatt'lık enerjiye karşılık, insanlar yılda 6,6

milyon megawatt ısı üretmektedir. Bizim ilave ettiğimiz ısı, bir başka deyişle, toplamın 1:18.000'idir. Bununla birlikte, bizler belirli bölgelerde ısı üretiriz.

Böylece meydana gelen yerel ısınmalar, teknolojinin 384

bulunmayacağı durumlara göre, kentlerin iklimini oldukça değiştirmiştir.

Peki gelecekte ne olacaktır? Nükleer fisyon ve nükleer füsyon reaksiyonları çevreye ısı verir; hem de fosil yakıtlardan çok daha büyük oranlarda. Güneş enerjisini dünya yüzeyinde kullanmak gezegenimize fazladan bıı; ısı ilave etmez, ama güneş ışığını uzayda toplayıp yeryüzüne ışınlamak fazladan ısı getirir.

Bugünkü nüfus artışı ve enerji tüketimiyle, gelecek yarım yüzyıl içindeki enerji üretimimiz on altı kat artabilir; bu da, toplam ısı üretiminin l:1.000'ine eşit bir miktardır. O zaman dünyanın sıcaklığı bir felaket yaratabilecek şekilde yükselebilir; kutuplardaki buzul başlıkları eriyebilir, daha da kötüsü, sera etkisi başlayabilir.

Nüfus, herhangi bir artış olmadan dengeli bir halde kalsa bile, çok daha karmaşık ve ileri düzeyde bir teknolojiyi uygulayabilmek için gereksineceğimiz enerji, dünyanın ısısına giderek daha fazla ısı ilave edecektir; bu da sonuçta tehlikeli olabilir. Isıl kirlenmenin zararlı etkilerinden kaçınmak için, insanların, enerji tüketim hızına bir sınır koymaları gerekebilir; yalnızca yeryüzünde değil, ama insanların üzerinde oturdukları ve bir teknoloji geliştirdikleri, doğal ya da yapay, tüm dünyalarda.

Teknoloji, enerjiyle hiçbir ilgisi olmayan açılardan da tehlikeli olabilir. Örneğin, şimdi bile, insanlar da dahil olmak üzere genetik mekanizmaya müdahalelerde bulunmaktayız. Aslında bu tamamen yeni bir şey değildir.

İnsanlar,

hayvan besleyip

bitki yetiştirdikleri

günden beri, kendileri için yararlı olan özellikleri güçlendirmek amacıyla, bu canlıları diledikleri gibi çiftleştirmişlerdir. Sonuçta, ekilen bitkilerle evcilleştirilen hayvanlar, genelde, ilk atalarından çok farklı

özellikler edinmişlerdir.

Atlar daha iri ve hızlıdır,

inekler daha fazla süt, koyunlar daha fazla yün, ta-

: in sanlığın geleceği

385/25

vuklar daha fazla yumurta verir. Köpeklerle güvercinler, düzinelerce yararlı ya da süslü püslü çeşitlerde üretilmiştir.

Modem bilimin yaptığı ise, kalıtımsal özellikleri, daha iyi amaçlar için daha hızlı bir şekilde geliştirmektir.

Bölüm l l ’de, genetik anlayışımızın nasıl başladı

ğını, DNA moleküllerinin genetik konusunda oynadı

ğı önemli rolü nasıl keşfettiğimizi tartıştım.

1970’lerin ilk yıllarında, D N A moleküllerini belirli yerlerde enzimlerin etkisiyle parçalamak için bazı teknikler keşfedildi. Bu molekülleri daha sonra yeniden birleştirmek mümkündü. Belli bir hücre ya da organizmanın DNA molekülünün bölünmüş olan parçası, başka bir hücre ya da organizmadan alınmış olan DNA parçasıyla birleştiriliyordu; iki organizma birbirinden çok farklı iki ayrı türe ait olsa da. Bu D N A birleştirme teknikleriyle, yepyeni kimyasal yeteneklere sahip yeni bir gen oluşturmak mümkündü. Böylece, yapay mutasyonla ortaya yeni bir organizma çıkarılıyor ve bunun istenen doğrultuda evrimleşmesi sağlanıyordu.

Bu konudaki çalışmaların çoğu bakteriler üzerinde yapıldı, çünkü genetik kalıtım sürecinin kimyasal ayrıntılarını keşfetmek amaçlanıyordu. Ne var ki, bu., nun birtakım pratik yan etkileri de mevcuttu.

Şeker hastalığı, yaygın bir hastalıktır. Şeker hastalarında, şeker moleküllerinin hücre içinde gerekli işlemleri görmesini sağlayan bir hormon olan insülin üretimi durmuştur. Bu durum, bir olasılıkla, kusurlu, bir genin sonucudur.

İnsülin, kesilmiş hayvanların

pankreaslarından elde edilerek dışardan sağlanabilir.

Her hayvanda yalnızca bir pankreas bulunduğundan insülin kaynağı sınırlıdır ve mevcut olan miktar kolayca artırılamaz. Dahası, sığır, koyun ya da domuzdan elde edilen insülin insandaki insülinle eşdeğerde değildir.

Şimdi, insülin oluşumunu yöneten genin inşam 386

hücrelerinden alınıp, D N A birleştirme teknikleriyle bir bakterinin genetik hücresine aktarıldığını düşünün. Bu bakteri yalnızca insülin değil ama insan in-sülini üretecektir ve bu özelliğini dölüne de aktaracaktır.

Bakteriler istenildiği kadar üretilebildiğinden, gerekli miktarda insülin elde edilecektir. Bu olağanüstü iş 1978 yılında laboratuvarda gerçekleştirilmiş ve bakterilerin insan insülini üretmeleri sağlanmıştır.

Buna benzer başka başarılar da gerçekleştirilebilir. İnsülinden başka hormonlar imal eden bakteriler bulabiliriz : Örneğin, havanın azotunu, toprağı verimli hale getiren kimyasal maddelere daha kolay bağlayan bakteriler, ya da fotosentez yapabilen bakteriler. Artık petrolü yağ ve protein haline getiren bakteriler; plastikleri parçalayan bakteriler; artık sularda ya da deniz suyunda eser halinde bulunan değerli metalleri konsantre eden bakteriler...

Peki ama yoldan çıkan bir bakteri hastalık yaparsa ne olur? İnsan vücudunun savunmasız olduğu bir hastalık olabilir bu, çünkü daha önce doğada hiç karşılaşılmamıştır. Böyle bir hastalık yalnızca rahatsız edici olabilir, ya da geçici olarak vücudu zayıf düşürücü. Ama böyle bir hastalık, Kara Ölümden çok daha öldürücü de olabilir.

Böyle bir felaket olasılığı çok küçüktür, ama bunun salt düşüncesi bile 1974’de bir grup bilim adamının bu alanda çalışmasına ve yapay olarak mutasyona uğratılan mikroorganizmaların çevreye yayılmasını önlemek için önlemler alınmasını ileri sürmelerine neden olmuştur.

Bir an için, teknoloji, savaşın dehşetinden daha büyük bir kâbus yaratıyor gibi göründü, genetik mekaniği üzerine giderek artan bilgilerimizi kullanmamamız için baskılar yapıldı.

Bu konudaki korkular abartılmış gibi görünmektedir ve genelde genetik mühendisliğinden elde ettiğimiz yararlar zararlarıyla karşılaştırıldığında o kadar 387

büyüktür ki, gereksiz korkulara kapılarak bu dalda yapılan çalışmalara son vermek acıklı olacaktır.

Üstelik, tehlikeli gibi görünen birtakım genetik deneyler, dünya çevresinde yörüngelere oturtulmuş

laboratuvarlarda uygulanırsa pek çok kişi rahatlayabilir. Olası tehlikelerle dünyadaki insanlar arasındaki binlerce millik boşluk, meydana gelebilecek zararları önemli derecede azaltacaktır.

Genetik mühendisliği, bakterilere uygulandığı zaman birtakım felaketler olabileceğini işaret ediyorsa, doğrudan doğruya insanlara uygulandığı zaman ne olacak? Bu korku, henüz günümüzdeki genetik teknikleri geliştirilmeden daha önce doğmuştur. Bir yüzyıldan beridir, tıp bilimi, bu yolla, aksi halde yitirile-cek yaşamları kurtarmakta ve zayıf nitelikli genlerin yok olma hızını azaltmaktadır.

Akıllıca bir davranış mıdır bu? Böyle yapmakla zayıf nitelikli genlerin birikmesine ve bunların normal insanlara zarar vermesine neden olmuyor muyuz?

Am a belki insanlara kolayca yardım etmek ve kurtarmak varken,

onları acı çekmeye ve ölmeye

terk etmek kolay değil. Bu konuda katı bir tutum ta-kınılmasım ileri süren kişiler, hastaların yakınında olsalardı herhalde bu tavırlarından vazgeçerlerdi.

Yine de gerçek çözüm, teknolojik ilerlemeyle gelebilir. Kalıtımsal bozuklukların tıbbi tedavisi yalnızca hastayı iyileştirici niteliktedir. İnsülin vererek şeker hastasının ihtiyacı karşılanabilir, ama kusurlu gen şeker hastasında kalır ve ondan çocuklarına ge

çer. Belki bir gün, kusurlu genleri doğrudan doğruya iyileştirmenin yolları bulunabilecektir.

Bazı kişiler, doğum oranını düşürmekle türlerin bozulacağından korkmaktadır. İddiaya göre, doğum oranı, iyi eğitim görmüş ve yüksek sosyal sorumlulu

ğa sahip kişilerle orantısız olarak azaltılacak ve bu kişiler değersiz kişilerin arasında kaybolacaktır.

Zekanın kalıtımsal olabileceğini ileri süren bazı 388

psikologların sözleri b u korkuyu şiddetlendirmektedir. Psikologların öne sürdüğü verilere göre, ekonomik koşulları iyi olan kişiler, ekonomik koşullan kötü olan kişilerden daha zekidirler. Bu psikologlar, özel olarak da, zencilerin IQ derecelerinin (zeka düzeyi) beyazlardan daha düşük olduğunu söylemektedir.

İma edilen şey, sosyal adaletsizlik gibi görünen durumun başarısızlığa uğrayacağıdır. Çünkü, baskı altındaki gruplar baskı altında kalacak kadar aptaldır ve dolayısıyla baskı altında kalmayı hak etmişlerdir. İma edilen bir başka şey, nüfus sınırlamasının fakir ve baskı altındaki gruplarda uygulanması gerektiğidir, çünkü bu insanların hiçbir faydası yoktur.

Bu tür psikologların ağababalarından olan İngiliz psikologu Cyril Burt (1883-1971) İngiliz üst sınıflarının alt sınıflardan, Yahudi olmayanların İngiliz

Yahudilerinden, İngiliz erkeklerinin İngiliz kadınlarından ve genel olarak İngilizlerin İrlandalIlardan daha zeki olduklarını gösteren bazı verileri ileri sürmüştür. Şimdi ortaya çıktığına göre, Cyril Burt, kendi önyargılarını destekleyen bu verileri kendisi uydurmuştur.

Araştırmalar dürüstçe yapılsa bile, zeka testlerinin, testi yapanla test edilen arasındaki benzerlikten başka bir şeyi ölçmediğine ilişkin kuşkular vardır.

Testi yapan, doğallıkla, kendisinin daha zeki olduğunu varsaymaktadır.

Ayrıca, tarih boyunca,

alt sınıflar üst sınıflan

beslemişlerdir; köylüler orta sınıfı, ezilenler ezenleri.

Sonuçta, yeterince geriye gidersek, görürüz ki, günümüz kültürünün seçkin insanları bir zamanlar aşağılanmış köylülerden ve ezilmiş diğer sınıflardan gelmişlerdir. Öyleyse, kurtuluşumuz için doğum oranının azaltılması gerekiyorsa, bu azalmanın çeşitli sınıflar ve gruplar arasında dengesiz bir şekilde dağılmasından kaygı duymamıza gerek yok. İnsanlık bu şoku atlatacak ve zeka düzeyi düşmeyecektir.

Günümüze göz atacak olursak, bilim adamlarının 389

keşfettiği narkotik, uyarıcı ya da hallüsinasyon y a ratıcı ilaçlardan dolayı yeni bir bozulma kaynağıyla karşılaşırız. Giderek daha fazla insan bu ilaçlara alışmaktadır. Bu eğilim, sonunda, insanlığı yozlaştıracak mıdır?

Bununla birlikte, öyle görünüyor ki, bu ilaçlar sıkıntı ve acıdan kaçmanın yollarıdır. A klı başında her toplumun amacının sıkıntıyı ve acıyı azaltmak olması gerektiğinden, bu konuda elde edilecek başarılar ilaç tehlikesini azaltabilir. Sıkıntı ve acıyı ortadan kaldırma işinde başarısız olunduğu takdirde, ilaçlar olmasa da, felaketten kaçınamayabiliriz.

Son olarak, genetik mühendisliği teknikleri, korktuğumuz bazı tehlikeleri ortadan kaldıracak şekilde insanları değiştirebilir. Bu tekniklerle zeka geliştirilebilir, kusurlu genler yok edilebilir, çeşitli yetenekler artırılabilir.

Ama iyi niyetler bile çarpıtılamaz mı? Örneğin, genetik mühendisliğinin ilk zaferlerinden biri, çocukların cinsiyetini kontrol etmek olabilir.

Bu durum

toplumu kökten alt üst etmez mi? İnsanların çoğu erkek çocuk

istediğinden,

erkek çocukların sayısı

anormal bir hal almaz mı?

Muhtemel bir olaydır bu ve ilk sonucu dünyadaki erkek sayısının kadın sayısını aşırı derecede aşması olacaktır.

Bu ise doğum oranının birdenbire düşmesi demektir, çünkü doğum oranı, çocuk doğurabilecek yaşta olan kadınların sayısına bağlıdır, erkek sayısına olan bağlılığı çok azdır. Aşırı kalabalık bir dünya için iyi bir şey olabilir bu; özellikle erkek evlat sahibi olmak isteği genellikle aşın kalabalık ülkelerde yaygın olduğu için.

Öte yandan, kızlar büyük bir değer kazanacaktır ve uzak görüşlü ana-babalar, gelecek kuşak için iyi bir yatırım olarak

kız çocuk yapmak isteyecektir.

Çok uzun bir zaman geçmeden bire bir oranın en iyi çare olduğu anlaşılacaktır.

Tüp bebeklere ne demeli? 1978'de gazete başlık-390

lan, tüpte gerçekleştirilen bir döllenmeyle dünyaya bir bebek getirildiğini ilan ettiler. Uzun süredir evcil hayvanlar için uygulanan b ir teknikti bu. Döllenen yumurtayı bir kadının rahmine yerleştirmek şarttı ve fetus burada oluşmak zorundaydı.

Gelecekte, güç mesleklerde çalışan kadınların döL

lenmek üzere yumurta vereceklerini tahayyül edebiliriz. Bu yumurta daha sonra bir «vekil» annenin rahmine yerleştirilebilir ve vekil anne çocuğu doğurduktan sonra kendisine ücreti ödenerek çocuk geri alınabilir.

Bu durum popüler bir hal alabilir mi? Her şeyden öte, bir bebek yalnızca genlerden ibaret değildir. Gelişiminin büyük bir bölümü anneye bağlıdır; annenin perhizine, plasentanın yeterliliğine, annenin hücrelerinin biyokimyasal özelliklerine ve kan yapısına. Yumurtayı veren anne, bir başka kadının rahminden aldığı bebeği kendi bebeği olarak hissetmeyebilir ve

gelişme çağında çocukta bir kusur meydana geldiği zaman gereken sabır ve sevgiyi gösteremeyebilir, bu kusurları çocuğu doğuran kadına bağlar.

Tüpte döllenmenin bir seçenek olarak kalmasına karşın, buna gösterilecek ilginin fazla olmamasına şaşmamak gerekir. Daha da ileri giderek ortaya yapay rahim de çıkarabiliriz. Bir kez yapay plasentayı geliştirince, laboratuvarda döllenen yumurta hücreleri yine yapay bir cihazda besleyici maddeler içinde dokuz ay kalabilir. Böylece ortaya tam bir tüp bebek çıkar.

Kullanılmayan rahimler dolayısıyla kadınların do

ğurganlık mekanizması dejenere olacak mıdır? İnsan nesli yapay plasentalara bağlı kalıp, teknolojinin ba

şarısız olmasıyla tükenme tehlikesiyle karşı karşıya gelecek midir? Pek değil. Evrimsel değişiklikler bu kadar çabuk gerçekleşmez. Yüz kuşak boyunca laboratuvarlarda çocuk üretsek bile, kadınların rahimleri işlevlerini yitirmeyecektir. Üstelik, bir seçenek olarak bir kenarda durmasına karşın, tüpte döllenme, çocuk 391

yapmanın biricik yolu haline gelmeyecektir. Pek çok kadın hamileliğin normal sürecini izlemeyi ve yükünü taşımayı tercih etmektedir, çünkü ancak böyle yapmakla çocuğun gerçekten kendilerine ait olduğundan emin olacaklardır.

Öte yandan, tüp bebeklerinin birtakım avantajları da vardır. Embriyolar gelişme sırasında tümüyle kontrol altında bulunacaktır. Küçük kusurlar düzeltilebilecektir. Ciddi kusurları olan embriyolar ortadan kaldırılabilecektir. Bazı kadınlar sağlıklarından kesinlikle emin oldukları çocuklara sahip olmayı tercih edebilirler.

Birgün gelir, insan kromozomlarındaki bütün gen.

lerin yerlerini ve tabiatlarını tespit edebiliriz. Bireylerdeki ciddi şekilde kusurlu genleri kesin bir şekilde belirleyip ana-babanın her birinden gelebilecek kusurlu genlerin rastlantıyla birleşmesi sonucu hastalıklı çocuk doğması olasılığını tahmin edebiliriz.

Genetik yapılarını kesin bir şekilde öğrenen bireyler, genleri kendilerine en uygun olan eşleri seçebilirler ya da birbirlerine aşık oldukları için evlense-ler bile uygun bir gen birleşimini sağlamak için dı

şardan yardım alabilirler. Bu yöntemlerle ve genlerin tümüyle değiştirilmesiyle insan evrimine bir yön verilebilir.

Yalnızca uzun boylu, sarışın, mavi gözlü çocuklar dünyaya getirecek şekilde genleri birleştirerek ırkçı girişimlerde bulunulabilir mi? Ya da, tam tersi, dünya işlerini yapmak ve ordulara hizmet etmek için çok sayıda duygusuz, moron, vurdumduymaz ve sabır küpü tipler yaratmak için girişimlerde bulunulabilir mi?

Bu düşüncelerin her ikisi de yersizdir. Dünyanın pek çok yerindeki laboratuvarlar genetik mühendisliği aletleriyle donatılacağına göre, örneğin Asyalılar neden Kuzeyli tipinde insan üretmek istesinler? Duygusuz ve ahmak insanlar yetiştirme konusuna gelince, savaştan uzak ve bilgisayarlarla donatılmış bir dünyada böyle insanlara ne gerek var?

Peki klonlaştırmaya ne demeli? i 1) Kadın ya da erkek belli bfr kişiden bir vücut hücresi alıp bu hücrenin çekirdeğini bir yumurta hücresine yerleştirerek normal üremeyi devre dışı bırakamaz mıyız? Daha sonra yumurta hücresinin bölünmesi sağlanarak, istenilen kişinin tıpatıp genetik özelliklerini taşıyan bir bebeğin dünyaya gelmesi gerçekleştirilemez mi?

Am a böyle bir şey neden yapılsın? Doğal üretim, her şeyin ötesinde, bebek dünyaya getirmenin en verimli yoludur ve bu yöntemin bir avantajı da genleri birbiriyle karıştırarak yeni bireşimler yaratmaktır.

Hem bazı insanlar kendi genlerinin saklanmasını ve onlara gelecekte yeni bir yaşam verilmesini isteyecekler midir? Am a ortaya çıkacak olan klon, aslının tümüyle aynı olmayacaktır. Eğer sizin hücreleriniz klonlaştırılacak olursa, ortaya çıkacak olan klonun görünüşü sizinkinin aynı olabilir, ama o sizin gibi sizin annenizin karnında gelişmeyecektir ve bir kez do

ğunca da sizinkinden apayrı bir çevre içinde bulunacaktır.

Geleceğin Einstein ve Beethovenlerini sakla mak için iyi bir yol olmayacaktır bu. Bir matematik

çinin klonu kendi toplumsal koşulları içinde o matematikçinin yüksek derecedeki matematiksel yeteneklerini geliştiremeyebilir. Bir müzisyenin klonu, kendi koşulları içersinde, müzikten hoşlanmayabilir.

Kısacası, genetik mühendisliğine ilişkin korkuların çoğu basit düşüncelerin ürünüdür. Öte yandan, klon meydana getirmenin bazı olası avantajları genellikle gözden kaçmaktadır.

Henüz geliştirilmemiş genetik mühendisliği tekniklerini kullanarak, normal işlevini sürdüren bir yürek, karaciğer ya da böbrek üretilebilir. Bu organlar daha sonra hasar görmüş ya da işlevini yerine getiremeyen organlarla değiştirilebilir. Vücut, kendi hücreli) Bir insanın hücrelerini alarak ya da saklayarak gelecekte tıpatıp benzeri olan insanı üretmek, (ç.n.) 393

lerinden üretilmiş olduğu için, bu organı kabul edecektir.

Yok olma tehlikesi içindeki hayvan türlerini kurtarmak için de klon tekniğinden yararlanılabilir. Am a ister yönlendirilmiş isterse yönlendirilmemiş olsun, evrimsel süreç insanlığın sonu demek midir? İnsanlığı Homo sapiens olarak tanımlayacak olursak, belki... Ama böyle yapmamız şart mı? Eğer insanlar uzaydaki yapay yerleşim merkezlerinde kümelenecek olurlarsa ve sonuçta hepsi çekip kendi yollarına g iderlerse, her bir grup kesinlikle farklı şekilde evrimleşecektir ve bir milyon yıl sonra, hepsi insan soyundan gelen ama hepsi birbirinden farklı düzinelerce, yüzlerce, ya da on binlerce farklı tür oluşacaktır.

Ne kadar çok olursa o kadar iyi, çünkü çeşitlilik insan ailesini güçlendirir. Zekanın şimdiki gibi kalacağını ya da büyük bir olasılıkla gelişeceğini varsayabiliriz, çünkü zeka düzeyi düşen türler yerleşim merkezlerini koruyamayacaklar ve silinip gideceklerdir. Zekamız aynı düzeyde kalacak ya da gelişecek olduktan sonra, dış görünüşümüzün ya da vücudumuzun fizyolojik işleyişinin değişmesinin ne önemi

var?

Bilgisayarlar

İnsanoğlu evrimleşir ve gelişirken, diğer türler de aynı şeyi yapabilir mi? Bu diğer türler bizi geçip aya

ğımızı kaydırabilir mi?

Örneğin, bizler, insanın var oluşundan milyonlarca yıl önce bizimki boyutlarda bir beyne sahip olan yunuslara yetişip onları geçtik. Bununla birlikte, suda yaşayan memeliler ve karada yaşayan primatlar arasında bir rekabet yoktu; teknolojiyi yalnızca insanlar geliştirdi.

Biz, kendimiz, herhangi bir rekabete izin verecek değiliz; versek de, bu durum, ancak zeki türün belli 394

bir felakete karşı bizimle işbirliği yapması şeklinde gerçekleşebilir. Yine de bizler, genetik mühendisliği tekniklerini kullanarak, belli bir türün evrimleşmesini, zekasının gelişmesi doğrultusunda hızlandırmadık

ça böylesi bir durum ortaya çıkamaz, çünkü herhangi bir türün zekaca bize yetişebilmesi için milyonlarca yıl gerekir.

Bununla birlikte yeryüzünde bir başka zeka türü de vardır. Organik yaşamla hiçbir ilgisi olmayan bu zeka tümüyle insan yapısıdır. Buna bilgisayar diyoruz.

Karmaşık matematik problemlerini insanlardan çok daha çabuk ve güvenilir şekilde çözen hesap makinalarının düşlenmesi 1822 yıllarına kadar uzanır.

Bu yılda, İngiliz matematikçisi Charles Babbage (1792-1871) bir hesap makinası yapmaya başladı. Babbage bu iş için yıllar harcadı, ama başaramadı. Nedeni, kuramının yetersizliği değil de, kullandığı mekanik parçaların bu iş için yeterince uygun olmamasıydı.

Gerekli olan şey elektronikti; iri hareketli parçalardan çok, altatomik parçalardan yararlanabilmek...

İlk büyük ve elektronik bilgisayar II. Dünya Savaşı sırasında, Pennsylvania Üniversitesinde, daha önce

Amerikalı elektrik mühendisi Vannevar Bush (1890-1974) tarafından ortaya atılan bir sistemi izleyen John Presper Eckert, Jr. (1919-) ve John VVilliam Machly (1907-) tarafından inşa edildi. ENIAC (Electronic Nu-merical Integrater and Computer) adı verilen bu bilgisayar üç milyon dolara mal oldu. 30 ton ağırlıktaydı, içinde 19.000 vakum tüpü bulunuyordu, 1.500 feet

kare yer işgal ediyordu ve bir lokomotif kadar enerji kullanıyordu. Bu bilgisayar 1955'de işletmeden kaldırıldı ve modası geçmiş olduğu için 1957'de söküldü.

Sarsak, güvenilmez ve lüp lüp enerji yutan vakum tüplerinin yerine, çok daha küçük, güvenilir ve az enerji harcayan solid-state transistörleri konuldu. Y ıllar ilerledikçe solid-state cihazlar daha küçük ve güvenilir hale geldi. Sonunda, çeyrek inç kare büyük

lüğünde, kâğıt kadar ince silikon parçacıklarıyla ve alüminyum tellerle mikrobilgisayarlar yapıldı.

1970'lere gelindiğinde, bu cihazlar, postayla ya da köşebaşındaki herhangi bir dükkândan en fazla üç yüz dolara temin edilebiliyordu. Kolayca taşınılabilen, bir elektrik ampulünden daha fazla enerji harcamayan bu bilgisayarlar ENIAC'tan yirmi kez daha hızlı ve binlerce kez daha güvenilirdi.

Giderek küçülen, taşınması kolaylaşan ve ucuzlayan bilgisayarlar sonunda evlere de girmeye başladı. Bunların, 1980'lerde, 1950'lerdeki televizyonlar g ibi, günlük yaşantımızın alışılmış bir parçası haline gelmesini umabiliriz. Anımsarsanız, bu bölümün başlarında, geleceğin öğretmen makinalan olarak g e li

şen bilgisayarlardan söz etmiştim. Bu iş ne zamana kadar sürecektir?

Bilgisayarlar, şimdilik, problem çözen cihazlardır, programlarına katı bir şekilde bağlıdırlar ve yalnızca basit işlemleri yapabilmektedirler; ama büyük bir hız ve sabırla. Bilgisayarların programlarını kendi kendilerine düzeltip değiştirmeleriyle, ortaya yeni ve basit bir tür zeka çıkmaya başlamıştır.

Bilgisayarların «yapay zekasının» dünyanın tek.

düze zihinsel işlerini yüklenmesiyle ve belki, giderek tekdüze olmayan işleri de başarmasıyla, kullanılmayan insan zekası dejenere olacak mıdır? Kendi makinalarımıza ahmakça bağımlı bir hale gelecek miyiz?

Sonra, artık onları düzgün bir şekilde kullanacak zekayı yitirince, dejenere olan türümüz ve onunla birlikte uygarlığımız çökecek midir?

Aynı sorun ve korku, tarihinin ilk zamanlarında da insanlığın karşısına çıkmış olmalıdır. Cetvel benzeri bir aletin ilk kez kullanılmaya başlanmasıyla eski inşaatçıların bunu hor görmüş olduğunu tahayyül edebiliriz. Bir sopanın üzerindeki işaretlere bakarak belli bir tahtanın ya da taşın uzunluğunun ne olaca

ğına karar verince, başarılı bir mimarın keskin gözleri ve yılların deneyimine dayanan yargısı dejenere 396

olacak mıydı? Kesindir ki, yazı icat edildiği zaman da, hafızaya artık büyük görevler düşmeyeceği için eski ozanlar büyük bir dehşete kapılmış olmalıdır. On yaşındaki bir çocuk bile, okumayı öğrenmiş olduğu için artık îlyada'yı okuyabilecekti. Böylece, beyin dejenere oldu mu dersiniz!

Karar vermek ve anımsamak için cansız araçların kullanılması karar verme ve anımsama yetisini bozmadı. Elbette, günümüzde uzun bir epik şiiri ezbere okuyabilecek bir hafızaya rastlamak kolay de

ğildir. Am a buna kimin ihtiyacı var ki? Eğer desteklenmeyen birtakım yetilerimiz artık gerekli olma, yan bazı şeyleri başaramıyorsa, kazancımız kaybımıza değmez mi? Taç Mahal ya da Golden Gate Köprüsü salt göz yetisine dayanarak inşa edilebilir miydi?

Birkaç insanın hafızasına güvenecek olsaydık, Sha-kespeare'in oyunlarını ya da Tolstoy'un romanlarını kaç kişi bilebilirdi? Tabii, yazı olmadan bu yapıtlar y aratılabilseydi!

Endüstriyel Devrimin getirdiği

buhar gücü ve

elektrik, sonunda, insanların kaslarının pörsümesine neden oldu mu? Spor alanlarındaki başarılar bunu yalanlamaktadır. Kentte yaşayan basit bir büro memuru bile, koşarak, tenis oynayarak formunu koruyabilmektedir; hem de bu işi tutsaklığın zorlamasıyla değil de gönlünce yaparak.

Bilgisayarlarla da durum aynı olabilir. Tekdüze hesaplamaları, kayıt tutma ve dosyalama işlerini onlara bırakırız, bizler de beyinlerimizi yaratıcı işlere adarız, çamurdan kulübeler yerine Taç Mahaller in

şa ederiz.

Bu düşünce elbette bilgisayarların tekdüze işlerden başka bir şey yapamayacağı varsayımına dayanmaktadır. Ama bilgisayarlar gelişmeye devam edip beynimizin en ince noktalarına kadar bizi izlerlerse ne olacak? Bilgisayarlar da Taç Mahaller inşa etmeye, senfoniler yazmaya, bilimde yeni buluşlar yapmaya başlarlarsa ne olacak? İnsanın zihinsel işlevle

rini aynen taklit ederlerse ne olacak? Bilgisayarlar, insanlardan daha güçlü, daha uzun ömürlü ve katı çevre koşullarına daha dayanıklı olan ve insanların yaptığı her işi yapabilen robotların beyinleri olarak kullanılırsa ne olacak? İnsanlık battal bir hale gelmez mi? Bilgisayarlar yerimize geçmez mi? Dördüncü gruptan (yalnızca beşinci grup değil) bir felaketin gerçekleşmesiyle, yerine kendi yarattığı mirasçılarını bırakan insanlık yeryüzünden silinmez mi?

Böyle düşünecek olursak, oldukça kinik bir soru sorabiliriz: Neden olmasın? Yaşamın evrimleşmesinin tarihi, türlerin yavaş yavaş değişmiş olmasının tarihidir, ya da bir türün yerine bir başka türün geçmesinin. Tarihin bu uzun akışı, sonunda, birkaç yüz bin yıl önce Homo sapiens'e ulaştı, ama bu adım neden sonuncusu olmasın?

İşte bizler şimdi buradayız; oyunun bitmesini neden düşünelim? Aslında, şöyle bir durup da geriye bakarak evrimin tüm karmaşık yolunu izleyecek kapasiteye sahip olabilseydik, insanoğlunun çok yavaş

bir şekilde, sınayıp yanılarak, kazanıp yitirerek, sonunda evrim sürecine kendi elleriyle yön vermeyi ba

şaran bir zeka düzeyine ulaştığını görecektik. G örecektik ki, evrim ancak o zaman gerçekten yapay bir zeka olarak gelişmeye başlamış olacaktı; o zamana kadar icat edilmiş ve var olmuş her şeyden çok daha iyi...

Bu durumda, ileri bilgisayarların insanlığın yerine geçmesi doğal bir olgu olacaktı ve sürüngenlerin yerine memelilerin geçmesi gibi alkışlanacaktı. Buna ancak kendimize duyduğumuz sevgiden dolayı itiraz ederdik, yoksa karşı çıkmamızın hiçbir mantıksal temeli olamazdı. Aslında, biraz daha kinik davranacak olursak, insanlığın yerine bilgisayarların geçmesinin kötü değil, tersine olumlu bir gelişme olduğunu ileri süremez miyiz?

Kitabın son bölümlerinde, insanların savaşları ortadan kaldırmak, nüfusu sınırlandırmak ve insana 398

yakışır bir toplumsal düzen kurmak gibi akıllıca adımlar atacağını varsaydım; ama bunlar olacak mı? İnsan böyle olmasını düşünmeyi arzu ediyor, ama insanlık tarihi bu yönde destekleyici değil. İnsanlar birbirlerine karşı duydukları ebedi kuşkuyu ve uyguladıkları dehşeti durdurmazlarsa ne olacak? Nüfusu sı-

nırlayamazlarsa ne olacak? İnsansal adaletin topluma yöneltileceği bir yöntem bulunamazsa ne olacak? Bu durumda, uygarlığın, hattâ insanlığın tahrip olmasından nasıl kaçınabiliriz?

Kurtuluş, bir olasılıkla, belki de daha iyisini ba

şaracak bir türün sahnede yerine almasında. Bu açıdan bakıldığında, korkumuz insanlığın yerini b ilgisayarların alması hakkında değil de, insanlığın, uygarlığın kaçınılmaz bir şekilde tahrip olmasıyla, kendi yerini alacak derecede ileri düzeyde bilgisayarları yapamaması konusunda olmalı.

Bununla birlikte, eğer insanlar gelecek yüzyılla beraber, şimdi yüzyüze oldukları sorunları çözerlerse, barışa dayalı adaletli bir toplum kurarlarsa ve akıllıca bir teknolojik ilerleme kaydederlerse ve bunları bilgisayarların paha biçilmez yardımlarıyla sağlarlarsa ne olacak? Başarılı olmalarına karşın insanlar, kendi yarattıkları varlıkların baskısı altına girerlerse, gerçek bir felaket olmaz mı bu?

Ama o zaman, daha üstün bir zekayla ne demek istediğimizi sorabiliriz.

Cetvelle uzunluk ölçer gibi, nitelikleri birbirleriyle karşılaştırmaya kalkmamız çok basit bir davranıştır. Tek boyutlu karşılaştırmalara alışmışızdır ve bir şeyin diğerinden daha uzun, ya da daha ağır olduğunu söylediğimiz zaman ne demek istediğimizi gayet iyi anlarız. Her şeyin birbiriyle kolayca mukayese edilebileceğine alışmışızdır.

Örneğin, bir zebra, aynı noktadan ve aynı anda hareket etmeye başladığında, uzaktaki bir noktaya bir arıdan daha önce erişir. O zaman, zebranın arıdan daha hızlı olduğuna karar vermekte haklı gibi 399

görünürüz. Oysa an zebradan çok küçüktür, ve onda olmayan uçma yeteneğine sahiptir. Her iki farklılık da «hızlı» kararını vermekte önemlidir.

Bir arı, zebrayı çaresiz bırakan bir hendekten uçup gider; zebrayı tutsak eden kafesten kolayca ka

çar. Şimdi hangisi hızlıdır dersiniz? A canlısı belli bir nitelikte B canlısını aşarken, B canlısı da bir başka nitelikte A 'yı aşabilir. Koşullar değiştikçe niteliklerden biri ya da öbürü daha önemli olabilir.

Uçağa binen insan kuştan daha hızlı uçar, ama kuş kadar yavaş uçamaz, oysa

hayatta kalabilmek

için bazen yavaş uçmak gerekebilir. Helikoptere binen bir insan, bir kuş kadar yavaş uçabilir, ama kuş

kadar sessiz uçamaz, oysa hayatta kalabilmek için kimi zaman sessiz olmak gerekebilir. Kısacası, hayatta kalabilmek, bir dizi karmaşık özellik gerektirir ve belli bir özellik dolayısıyla bir tür bir başka türün yerini alamaz; bu özellik zeka olsa bile...

Bu durumu insan yaşamında yeterince sık görmekteyiz. Ansızın ortaya çıkan bir olayın gerilimine dayanan kişi en zeki kişi değildir; bu kişi, en iyi karar verebilen, en dayanıklı, en sabırlı, en varlıklı ve en etkileyici kişi olabilir. Zeka önemlidir, evet, ama her şey demek değildir.

Bu bakımdan, kolayca tanımlanabilecek bir nitelik değildir zeka; ortaya çeşitli şekillerde çıkar. Sıkı bir eğitim görmüş, son derece bilgili, ama uzmanlık alanına girmeyen konularda çocuktan farksız olan profesör, modern folklorun tipik kişisidir. Bir milyar dolarlık bir kuruluşu yönetecek kadar zeki olan ama doğru dürüst konuşmayı beceremeyen bir iş adamı bizi şaşırtmaz. Öyleyse, insan zekasıyla bilgisayar zekasını nasıl karşılaştırabiliriz ve «üstün» zeka sözüyle neyi amaçlamış oluruz?

Şimdi bile, bilgisayar, insan beyninin başaramayacağı işleri yapmaktadır, ama bu, bilgisayarın bizden zeki olduğunu söylememiz için neden değildir.

Aslında, bilgisayarların zeki olduğunu söylemek için 400

hazır değiliz. Ayrıca, anımsayın ki, insanlardaki ve bilgisayarlardaki zeka gelişmesi farklı yönlerde olmaktadır.

İnsan beyni, smama^yanı İmayla, gelişigüzel mutasyonla, hassas kimyasal değişikliklerden yararlanarak, doğal ayıklanmanın güç verdiği bir itiyle ve tehlikelerle dolu bir dünyada hayatta kalabilme gereksiniminden yola çıkarak evrimleşti. Bilgisayar beyni ise, dikkatli insan düşüncesinin bir ürünü olarak, birtakım ince elektriksel değişikliklerden yararlanarak, teknolojik

gelişmenin güç verdiği bir itiyle ve insanların belli işlerine hizmet etme gereksiniminden doğdu.

Birbirinden böylesine farklı iki yol tuttuktan sonra, insan beyni ile bilgisayarların aynı kapıya çıkması ve birinin zekaca diğerine üstün olduğunun söylenmesi tuhaf kaçacaktır.

Genelde ikisinin de aynı derecede zeki olmasına karşın, bu zekaların özelliklerinin birbirinden farklı olması dolayısıyla herhangi bir karşılaştırma yapılamaması daah olasıdır. Bilgisayarların daha iyi uyum sağlayabileceği eylemlerin yanı sıra, insan beyninin daha iyi uyum sağlayabileceği eylemler de bulunacaktır. Genetik mühendisliğinin, insan beynini, bilgisayarların zayıf olduğu yönlerde geliştirmesiyle bu durum iyice belirginleşecektir. Aslında, ayrı yönlerde uzmanlaşmış bilgisayarla insan beyninin her ikisine birden sahip olmak arzu edilecektir.

Sonuç olarak, birinin diğerinin yerini alması söz konusu değildir. Aslında gerekli olan işbirliğidir; birlikte çalışan, birbirini tamamlayan bir zeka çifti, birinin yalnız başına çalışmasına göre çok daha büyük başarılar getirecektir. İnsan ve insan olmayan beyinlerin birliği, insanoğlunun yalnız başına yaşadığı çocukluktan olgunluğa geçmesi için bir eşik olacaktır.

insanlığın geleceği

401/26

Sonsöz

Şimdi şöyle bir geriye bakıp, bizi bekleyen felaketler boyunca bir gezinti yapalım.

Anlatmaya çalıştığım tüm felaketleri iki gruba ayırabiliriz: (1) güneşin kızıl bir dev haline gelmesi gibi olası, hattâ kaçınılmaz olanlar ve (2) iri bir antimadde parçasının dünyaya çarpması gibi, gerçekleşmesi hemen hemen tamamen olanaksız olanlar.

İkinci grup felaketler için kaygılanmamıza gerek yok. Bunların gerçekleşmeyeceğini düşünmekle pek fazla yanılmış olmayız. Dikkatimizi birinci grup felaketler üzerinde toplayalım. Bunları iki alt gruba ayırabiliriz : (a) savaş ve açlık gibi yakın bir gelecekte gerçekleşebilecek olanlar, (b) güneşin ısınması ya da buzul devrinin başlaması gibi on binlerce ya da m ilyarlarca yıl sonra gerçekleşecek olanlar.

Yine, bu felaketlerden ikinci gruba girenler için şimdilik kaygılanmamızın b ir yararı yok. Çünkü birinci alt gruba giren felaketlerle mücadele etmeyecek olursak geri kalan sorun yalnızca akademik olacaktır.

İlk alt grubu ele alacak olursak, bunları da yeniden iki alt gruba ayırabiliriz: (1) kaçınabilecekle-rimiz ve (2) kaçınamayacaklarımız. Bana öyle geliyor ki, ikinci alt grupta herhangi bir felaket bulunmamaktadır, yani kaçınamayacağımız hiçbir felaket yoktur. Karşısında elimiz kolumuz bağlı, çaresizce bekleyeceğimiz hiçbir felaket olamaz. Akıllıca ve insanca davranırsak, ulusal güvenlik ve üstünlük gibi on dokuzuncu yüzyıl sorunları karşısında duygusal hareket edeceğimiz yerde insanlığın karşısında dikilen sorunlara serinkanlılıkla bakarsak, insanın düşmanının komşusu değil ama sefalet, cehalet ve doğal yasalara kayıtsızlık göstermek olduğunu kavrarsak, o zaman bizi bekleyen bütün sorunları çözebiliriz. İstersek, felakete gitmeyen yolu seçebiliriz.

Ve bunu önümüzdeki yüzyıl içersinde gerçekleştirirsek, uzaya açılır ve incinebilirlikten kurtuluruz 402

Artık belli bir gezegene ya da yıldıza bağlı kalmayız.

O zaman insanlık, ya da onun zeki torunları ve müttefikleri, Yeryüzü'nden, güneşten ve kim bilir, belki evrenden sonra da yaşamaya devam edebilir.

Am acımız budur, bu olmalıdır.

Başarabilir miyiz dersiniz!

403